
环境科学概论
苏多杰 李诸平 编著
青海人民出版社

责任编辑　马欧治
封面设计　梦　园


ISBN 7-225-01941-4
9 787225 019413 >

环境科学概论

苏多杰　李诸平　编著

青海人民出版社

环境科学概论

苏多杰　李诸平　编著

出版发行：青海人民出版社（西宁市同仁路10号）
邮政编码 810001　电话 6143426
印　刷：青海省委党校印刷厂
经　销：新华书店
开　本：850×1168　1/32
印　张：7.75
字　数：19.8万
版　次：2001年8月第1版　2001年8月第1次印刷
印　数：1—2 000

书　号：ISBN 7-225-01941-4/G·747
定　价：18.90元

前　　言

当前，社会发展的突出特点是，在社会经济、政治、科学技术和文化生活中发生的各种过程规模宏大，而且越来越国际化。科学技术日新月异的发展，已经把人类带到了一个极其复杂而关键的分界线上。知识的积累，科学技术的巨大进步，使得人对自然过程自觉地施加影响的机会空前增多，其结果：一方面创造了不计其数的物质财富；另一方面使人类赖以生存的自然环境遭到了严重的污染和破坏，阻碍着经济发展和人民的生活质量，对人类的生存和发展构成了现实威胁。在这种严峻形势下，人类认识到：保护环境迫在眉睫！保护生态环境，实现可持续发展的任务，已十分迫切地摆在了人类的面前。

我国是一个发展中国家，当前正处在经济快速增长的发展过程中，面临着提高社会生产力、增强综合国力和提高人民生活水平的历史任务。同时，又面临着相当严峻的问题和困难，如庞大的人口基数、人均拥有资源不足、环境污染和破坏严重等，对今后的经济和社会发展将带来巨大的压力。如何摆脱这种困境呢？摆在我们面前的正确选择是转变发展战略，走可持续发展的道路，正确处理发展与环境的关系，促使经济、社会、环境协调发展，创建一个适宜人类生存和发展的环境。显然，掌握环境科学知识，认清环境的严峻形势，增强环境意识，自觉地投人保护环境和维护生态平衡的行动，保证我国的可持续发展，是广大干部和群众应该承担的任务。

可持续发展是我国的发展战略，环境保护是我国的一项基本国策。为了对广大干部和群众进行可持续发展思想和环境保护意识的教育，努力提高广大干部和群众保护环境和维护生态平衡的自觉性，促进我国经济、社会、环境的协调发展，我们在汲取环境科学

研究成果的基础上，结合我们在教学和研究过程中的认识，编著了《环境科学概论》这本书。

环境科学发展迅速，内容丰富，成果众多。我们在编写过程中选择了以下内容：环境科学概述（第一章）；关于环境的基本理论（第二、三、四章）；当代人类面临的环境问题（第五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三章）；可持续发展战略（第十四、十五章）；环境保护工作（第十六章）。比较全面、系统地介绍了当代环境科学概貌、新的动态和成就，目的是帮助广大干部和群众把握环境科学的体系结构，吸收新知识，并把理论与实际工作相结合，为保护环境，实现可持续发展做出贡献。

本书由苏多杰、李诸平总体设计并提出写作大纲。全书共十六章，写作过程中的具体分工是：苏多杰，第一、二、三、四、五、十四、十五、十六章；李诸平，第六、七、八、九、十、十一、十二、十三章。初稿完成后，由苏多杰修正、统稿并审定。

在编写过程中，由于我们水平和能力有限，掌握的资料有一定的局限性，加上环境科学正在飞速发展，难免有这样或那样的不足，切望读者给予批评指正。

作　者

2001年9月

目　　录

第一章　环境科学概述

环境科学是本世纪中叶诞生的一门崭新的科学。它经过本世纪60年代的酝酿，到70年代初期，便以一门独立的科学跻身于现代科学之林。20多年来，环境科学发展迅速，不仅在广泛吸收其它各门自然科学、社会科学、新兴横断科学等丰富营养的基础上，逐渐形成了自己的独特的研究领域和范畴，创立了具有自身特点的理论和方法，奠定了自身的科学地位，而且在保护环境和促进经济与社会发展的实践中，也取得了显著成效。为此，掌握环境科学知识，首先要了解这门科学的研究对象和任务、产生发展的历史、趋势和体系结构。

第一节　环境科学的研究对象和任务

同其他许多学科一样，环境科学有自己专门的研究对象，有着特定的任务。

一、环境科学研究的对象

环境科学是以研究人与环境大系统的发生、发展、调控、改造和利用为对象的一门综合性学科。也就是说，它要具体深人研究经济发展和社会发展过程中出现的环境质量变化、起因、过程和引发的后果，探讨解决环境问题的途径及应采取的技术措施。

在宏观上，环境科学通过研究人与环境之间的相互作用、相互促进、相互制约的对立统一关系，揭示经济、社会发展与环境保护之间协调发展的基本规律。

在微观上，环境科学是研究环境的物质，尤其是人类活动所排

放的污染物的分子、原子等微小粒子，在有机体内的迁移、转化和蓄积的过程及其运动规律，探索它们对生命的影响及其机理等。

环境科学的研究领域从侧重于自然科学和工程技术方面，扩大到社会学、经济学、政治学、法学、国际关系学等方面。已经综合应用了科学技术许多部门的知识和理论。目前，世界上许多国家的环境科学研究工作正在围绕“持续发展”的目标进行。我国也已经根据自己的国情制定了《中国21世纪议程》，今后的环境科学研究重点将会逐步转移到《中国21世纪议程》所确定的重大问题上来。

二、环境科学的任务和研究内容

环境科学的主要任务在于，揭示人类与环境之间的辩证关系，掌握环境变化的内在规律，调节人类和环境之间的物质和能量交换过程，以达到保护环境、改造环境、美化环境的目的，促进人类的健康和社会经济的发展。

环境科学的任务繁重，研究的内容也越来越丰富。环境科学一般地将研究内容具体化为：其一，研究人类、环境以及人和环境的相互关系，科学的环境观，人口、资源、环境与经济、社会的协调发展，绿色科技，生态经济发展模式，可持续发展战略。其二，研究环境污染物在自然界中的迁移、转化、循环、积累的过程和变化规律，环境污染的起因、过程、后果及其危害性。其三，环境污染的调查、评价和环境预测、环境污染的控制和防治。其四，生态规划的制订，人口控制，能源结构调整，资源综合利用和保护，城市环境保护，土地利用。其五，环境监测、分析和环境质量预报技术。其六，环境区域规划，全球环境设想，环境管理，等等。

第二节　环境科学的产生

环境科学是环境问题发展到一定阶段的产物。它是随着环境问题的产生而萌芽和产生，又随着环境问题的日趋严重而形成和发展

起来的。

一、酝酿、萌芽时期

环境问题，自古就有。人类对环境问题的认识，经历了漫长的历史阶段，并积累了许多关于环境的常识。这些在实践过程中形成的朴素的知识和思想，为环境科学的产生打下了基础。

环境问题的历史，可以追溯到遥远的农业革命以前。在农业革命以前，人与自然的关系曾经经历了一次历史性的变化，人由被动适应自然开始主动改造自然。在这一转变过程中，火的利用起到了最重要的作用。伴随火的利用和工具的制造，人类征服自然的能力的提高，人类对环境的破坏也就开始出现了。在史前社会，许多大型哺乳动物的灭绝，如美洲野牛绝迹可能与人们过度狩猎有关。旧石器时代晚期，猛犸象、披毛犀的消失，也可能是同样的原因所致。但在农业革命前，人口一直是很少的，人类活动的范围也只占地球表面的极小一部分。另外，从总体上讲，人类对自然的影响力还很低，在这种情况下，地球生态系统有足够的能力自行恢复平衡。

农业革命以后，情况有了很大的变化。一是人口出现了历史上第一次爆炸性增长，人口数量大大增加。二是有目的的耕种和驯养成为人们获取食物的主要手段，使人类的食物来源有了保障。但是，由于生产力水平低，当时人们主要是通过扩大耕种面积来增加粮食收成。不断地开垦土地和草原，刀耕火种，导致大量已开垦的土地生产力下降，水土流失加剧，大片肥沃的土地逐渐变成了不毛之地。生态环境的不断恶化，不仅直接影响到人们的生活，而且也在很大程度上影响到人类文明的进程。此外，在农业社会，特别是农业社会末期，还出现过污染问题，据考证，几千年前，由于我们祖先的采暖和炉灶设施十分简陋，洞穴内充满烟气，呛得令人窒息，人们逃出洞外。又因食物腐烂发出恶臭而令人生厌，于是迁往别处而不返。有人认为，这是人类社会大气污染历史的开端。不

过，比较一致的看法是，烟的公害的出现始于12、13世纪。

在农业文明时代，主要的环境问题是生态破坏，污染问题仅在一些人口集中的大城市比较突出。工业革命爆发后，这两类环境问题都有了加速发展，特别是污染问题，随着工业化的不断深入，急剧蔓延，终于形成大面积，乃至全球性公害。

污染问题之所以在工业社会迅速发展，甚至形成公害，与工业社会的生产方式、生活方式等有着直接的关系。

首先，工业社会是建立在大量消耗能源，尤其是化石燃料基础上的。在工业革命初期，工业能源主要是煤，直到19世纪70年代以后，石油作为能源才开始进入工业生产体系中，使工业能源结构发生了变化，在最近几十年，新的能源如水能、核能、太阳能等不断得到开发利用。但是，一直到今天，工业社会的能源依然主要是不可再生能源，特别是煤和石油。所以带来的污染问题也越来越突出。

第二，工业产品的原料构成主要是自然资源，特别是矿产资源。工业规模的扩大，伴随着采矿量的直线上升，例如，日本尾铜矿采掘量在1877年只有不足39吨，10年后，猛增到2515吨，翻了60多倍。大规模的开发和生产，引起了一系列环境问题。19世纪末期，足尾引入欧美的冶炼法以黄铜矿为原料冶炼纯铜，但黄铜矿含硫，而且含有剧毒的砷化物和有色金属粉尘，致使附近整片的山林和庄稼被毁坏，矿山周围24平方公里的地区成为不毛之地，受害中心的一个村庄被迫全部迁移。另外，由于铜矿排出的废水废属中也含有毒性物质，排入渡良濑川，1890年洪水泛滥，污染的河水四处漫溢，使附近4县数万公顷土地受害，造成田园荒芜，鱼虾死亡，沿岸数10万人流离失所。

第三，环境污染还与工业社会的生活方式，尤其是消费方式有直接关系。在工业社会，人们不再仅仅满足于生理上的基本需要——温饱，更高层次的享受成为工业社会发展的动力。于是，汽车、飞机等高档消费进入了社会和家庭，由此引起的环境污染问题日益显

著。

第四，环境污染的产生与发展还与人类对自然的认识水平和技术能力直接相关。在工业社会，特别是工业社会初期，人们对环境问题缺乏认识，在生产生活过程中常常忽视环境问题的产生和存在，结果导致环境问题越来越严重。当环境污染发展到相当严重并引起人们的重视时，也常常由于技术能力不足而无法解决。西方国家首先步入工业化进程，最早享受到工业化所带来的繁荣，他们不再为温饱苦恼，也享有良好的保健条件，人们的物质生活、精神生活极大地丰富了。然而，繁荣的代价也是惨重的。在工业发达国家，20世纪50—60年代开始，“公害事件”层出不穷，导致成千上万人生病，甚至不少人在“公害事件”中丧生。近些年来，在不少发展中国家，出现了与发达国家过去类似的情况。人们虽然从工业化中得到了一些物质利益，但是却破坏了大量宝贵的自然资源和人类赖以生存的环境，使发展中国家面临发展与环境的双重压力。

综上所述，自从人类起源开始，环境问题一直伴随着人类社会的发展，特别是工业革命以来，环境污染和生态环境破坏的日益加剧，影响了经济的发展，损害了人们的健康，威胁到人类的生存，从而引起了人类的广泛关注，也直接促使了环境科学的产生和发展。

二、环境科学的出现

环境科学成为专门的研究部门，可以说是从20世纪50年代环境问题成为全球性重大问题后开始的。当时许多科学家包括生物学家、化学家、地理学家、医学家、工程学家、物理学家和社会科学家共同对环境进行调查研究，建立了一些关于环境的分支学科。在此基础上孕育了环境科学。

美国海洋生物学家R·卡逊于1962年出版的《寂静的春天》，被称为第一部环境科学著作。《寂静的春天》一书，从污染生态学的角度，阐明了人类同大气、海洋、河流、土壤、动植物之间的密切关系，初步揭示了环境污染对生态系统的影响，提出了现代生态

学所面临的污染生态问题。特别指出有机氯农药污染带来的严重生态危害，使本来生机蓬勃的春天“寂静”了。同时，总结性地指出：“控制自然这个词是一个妄自尊大的产物，是当生物学和哲学还处于低级幼稚阶段时的产物，当时人们设想中的‘控制自然’就是要大自然为人们的方便有利而存在。应用昆虫学上的这些概念和做法在很大程度上应归咎于科学上的蒙昧。这样一门如此原始的科学却已经被现代化，被最可怕的化学武器武装起来了。这些武器在被用来对付昆虫之余，已转过来威胁着我们的整个大地了。这真是我们的巨大不幸。”R·卡逊这部著作的出版，引起世界各国的注意，并很快译为各种文字出版，并广为传播。它的出版对于提高人们的环境意识，促使环境科学的产生与发展起到了积极的推动作用。

日本学者外山敏夫、香川顺合著的《在烟雾中生活》也是60年代出版的一部有影响的环境科学著作。该书专门论述了有关大气污染的问题，内容包括：大气污染的含义、大气污染的历史、大气污染造成的灾害事件、大气污染的原因及性质、大气污染的影响、大气污染与健康、大气污染的防治等方面。这部著作总结了当时有关大气污染方面的一些成果，尤其关于大气污染与健康关系的研究，有着重要的科学意义。

在1967年，梅尔文·J·约瑟夫斯出版的《环境科学技术》一书，是比较早的以“环境科学”为名的著作，书中是以污染问题为中心展开讨论的。

上述著作的出版，被看成是环境科学作为一个专门的、新兴的科学领域的开始。但是，这些环境科学著作主要讨论的是环境污染问题，对环境问题的认识是有局限性的。同时，环境科学只有少数人所知，作为一门科学，它还没有得到社会的公认。

三、环境科学的建立

进入70年代以后，人们开始认识到：环境问题不仅包括污染问

题，而且也包括生态问题、资源问题、人口问题等。环境问题不仅仅是一个技术问题，也是一个重要的社会经济问题。因此，出现了以环境科学为书名的综合性的专门著作。

第一部著作是由巴巴拉·沃德与雷内·杜博斯共同主编的《只有一个地球：对一个小小行星的关怀和维护》。该书是受联合国人类环境会议秘书长莫里斯·夫·斯特朗先生委托，为1972年6月在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议提供的一份非正式报告，是在58个国家152位成员组成的通讯顾问委员会的协助下完成的。全书论述了环境污染问题，而且将环境污染与人口、资源、工艺技术、发展不平衡，以及世界范围的城市化困境等问题联系起来，作为一个整体来探讨环境问题，要求人类明智地管理地球。全书始终将环境与发展结合在一起，主张发展中国家要着力解决贫困问题，认为“贫穷是一切污染中最坏的污染”。发展中国家面临发展资金不足困难，在这种情况下，通过仔细的计划工作，采取新技术、新工艺，以绕过工业化污染的原始阶段。《只有一个地球：对一个小小行星的关怀和维护》一书中，对环境及相关问题的看法是在归纳、总结各方面专家意见的基础上形成的，是具有代表性的，因此，在1972年斯德哥尔摩人类环境会议上，产生了很大的影响，其中的很多观点为这次会议所采纳。

同年由罗马俱乐部创始人贝切依（Aure Lio Peccei）和西方经济合作与发展组织亚历山大·金（Alexbn—der King）邀请欧洲30多名学者研究全球问题的成果，由米都斯等人完成，并出版了《增长的极限》著作。该书更明确地将环境问题及相关的社会经济问题提高到“全球性问题”的高度来加以认识。认为人口、粮食生产、工业化、污染和不可再生资源的消耗还在不断增长，是以指数增长的模型增长，但是地球是有限的，如果人类社会继续追求物质生产方面的既定目标，它最后总会达到地球上的许多极限中的某一个极限，而后果将可能是人类社会的崩溃和毁灭。因此，在该书的最后

部分提出“全球均衡状态”的设想。虽然这本书中的某些观点是值得商榷的，但罗马俱乐部后来公布的《极限之外》报告已修正了原来的观点。《增长的极限》一书当时在人类社会产生的巨大震荡是有目共睹的，把世界人们的注意力引导到全球环境问题上来，是非常明显的。

这两部著作的出版，产生的影响是深远的，激起了不同领域的科学家都来研究环境问题。他们在各自从事的学科基础上，运用原有的理论和方法探讨环境变化的规律，寻求解决问题的途径，从而产生了许多新的分支学科，如环境地学、环境化学、环境生物学、环境物理学、环境医学、环境管理学，等等。正是在这些分支学科的基础上孕育产生了一门新兴的、多学科交叉的综合性学科——环境科学，并作为一门独立的学科领域开始得到承认。此后，越来越多的环境科学著作，研究报告不断问世，越来越多的环境科学研究机构相继成立，环境科学研究队伍也日益壮大。目前，环境科学已成为现代科学中最活跃的研究领域之一。

第三节　环境科学的发展趋势

近几十年，环境科学迅速发展，无论是在微观领域还是在宏观领域，无论是在理论研究还是在实际应用方面，都取得了明显的进展。现代环境科学的发展趋势突出表现在以下方面。

一、研究范畴逐步明确，环境科学思想趋于成熟

在70年代初期以前，环境科学家的研究重点放在污染问题上，生态破坏问题还很少进入环境科学家的研究范畴。在对环境问题的认识上，也存在很大的局限性。当时人们普遍认为，污染是技术社会的副产品，是由于技术不完善所致。因此，解决污染问题的办法，主要是工程技术的治理。但是，在实践中人们发现，完全依赖于工程治理措施，难以收到预期的效果。针对这种情况，人们不得

不对过去的思想和做法进行反思。使人们开始认识到，将污染问题仅仅看成是一个技术问题，是不全面的。污染问题与社会经济过程有着密切的关系，它产生于社会经济发展过程之中，反映了社会经济发展过程的某些方面的缺陷。因此，要根本解决污染问题，必须从社会经济过程入手，工程技术治理作为它的必要补充。这种观点已体现在1972年出版的《只有一个地球》一书中，其基本思想在《人类环境宣言》中已得到反映。同时，在1972年前后，生态破坏问题也开始进入环境科学的视野。对环境问题的研讨，既注意环境的污染，又注意土地利用、资源消耗和破坏、森林减少、大气变化等问题。并且将所有这些问题与人口、经济增长等因素联系起来，分析它们之间的固有关系。

在70年代初期，对环境问题的研究有了新的转变：认识到环境问题不仅包括污染问题，也包括生态破坏问题；认识到环境问题不是孤立的，它与社会经济发展过程有着不可分割的联系。体现上述观念转变的一个重要方面，是环境管理概念的提出，即1974年，在墨西哥由联合国环境规划署和联合国贸易与发展会议联合召开的“资源利用，环境与发展战略方针”专题讨论会上，提出了环境保护的基本原则：一是全人类的一切基本需要应得到满足；二是要发展以满足需要，但又不能超过生物圈的耐度的外部根限；三是协调这两个目标的方法即环境管理。

这样，就初步确立了环境科学的研究范畴和发展方向。环境科学不仅要研究环境对人类活动的影响，而且研究人类活动对环境的影响，以实现人与环境之间的协调。解决环境问题，应当同时重视管理和治理，只有有效地将两者结合起来，才能真正控制住环境问题的发展，实现人与环境的和谐共存。

进入80年代以来，环境科学的研究范畴得到进一步明确，围绕“环境与发展”关系问题研究取得了新进展。1987年由世界环境与发展委员会公布了《我们共同的未来》的报告，报告通过审查当前

世界环境与发展的关键问题，创造性地提出了解决这些问题的现实行动建议。在报告中明确指出，环境危机、发展危机、能源危机不是孤立的危机，它们是一个危机。要解决这些危机，只有改变传统的发展方式，向持续发展过渡，这是人类面对现实的唯一选择。为此，需要在国家层次上实现机构、立法、政策等方面的全面变革，在全球范围建立新的伙伴关系。这些观点公布后引起全世界各界人士的重视，特别是"持续发展"思想有很大影响，成为有关"环境与发展"问题讨论的基点。1992年6月在里约热内卢召开的"联合国环境与发展大会"，可以称得上是一个新的里程碑。这次会议进一步阐明了"环境与发展"之间的内在联系，找到了环境问题的根源，指明了解决"环境与发展"之间冲突的基本战略——持续发展战略，同时还制定了具有普遍指导意义的行动计划——"21世纪议程"。目前，世界上许多国家的环境科学家研究工作正在围绕"持续发展"的目标进行。

二、分支学科不断涌现，学科体系日渐完善

在环境科学发展初期，主要是来自传统学科各个领域，如地理学、地质学、水文学、大气科学、化学、物理学、生物学、数学等学科的学者，用本学科的知识探讨环境问题，重点是研究污染物的转移和转化机理等微观问题。随着研究工作的不断深入，学者们感到：现有的传统科学的理论和方法不能完全满足现实的需要，必须在传统科学理论与方法的基础上，有所创新。因此，在传统科学基础上，形成了许多与环境研究有关的分支学科，如环境物理学、环境生物学、环境化学、环境数学，等等。这些学科后来成为环境科学体系中的有机组成部分。

随着自然科学向环境科学领域渗透，社会科学也大量进入环境科学，为认识和解决环境问题发挥作用。社会科学与环境科学的相互渗透，建立了如环境经济学、环境法学、环境社会学、环境心理学、环境管理学，等等。

系统科学的不断发展，使它的理论和方法，如系统论、控制论、信息论、耗散结构理论、协同学理论等，已经在人们解决环境问题的实践中起到了指导作用。促进了环境科学研究上升到新的水平。

三、环境科学应用日益广泛，对实践的指导得到加强

环境科学是适应社会发展需要而产生发展的，它的研究成果随时应用于实践，对环境保护活动起着指导作用。为此，世界各国都加强了环境科学的研究，环境科学的知识、理论和方法也得到广泛应用，对实践的指导更为加强。主要体现在以下方面。

首先，无论是发达国家还是发展中国家，都逐步建立起比较完整的环境科学研究机构，一些大型企业或企业集团也根据自身发展需要，建立了专门的环境科学研究机构。针对环境问题，从基础理论，应用科学到环保工程技术，进行了研究，并将研究成果应用于实践，对环境保护起了积极作用。

第二，环境保护方面科学研究的国际合作越来越多。在70年代，联合国教科文组织就开始重视环境问题的研究，1970年设立了大型研究计划“人与生物圈计划（MAB)”，许多国家（包括我国在内）参加了这项计划，并设立了专门的机构负责组织本国的研究活动。近年来，随着全球环境问题的出现和人们对环境问题认识的不断深人，国际社会更加重视环境科学研究的国际合作。特别是1992年召开的联合国环境与发展大会，制定了《21世纪议程》，其中提出了许多方向性的研究课题，这些课题只有通过各国协同合作才能完成，并实现预期的目标。

第三，以联合国环境与发展大会为标志，人类对环境与发展的认识提高到了新阶段：即环境与发展密不可分，两者相辅相成。要促进发展，就必须同时考虑环境的保护和治理。因此，现代的环境科学已经与经济和社会发展、环境保护活动紧密结合起来，进行多层次、多学科的研究，并将研究成果不断应用于实践．对实践的指

导不断加强。

第四节　环境科学的体系结构

在人类经济、社会和科学技术发展的过程中，逐渐产生和形成了环境科学，并随着环境科学的不断发展，已经形成了一定的体系结构。研究环境科学的体系结构，能够帮助我们通过把握环境科学的整体面貌，系统地掌握这门科学的知识和理论，并把它们应用于实践。

一、理论环境学

理论环境学是环境科学研究的方法论。理论环境学介于哲学与环境科学之间，属于环境科学的高级层次，是环境科学的核心，它着重于对环境科学基本理论和方法的研究。例如，人类的产生，人与环境的辩证关系，环境的本质，环境概念，环境问题，环境管理概念，生态系统与经济社会系统相互联系的理论，关于环境质量评价的方法论，等等。当然，理论环境学取得的研究成果还必须通过理论概括上升为自然观和哲学相连结。

二、基础环境学

基础环境学是关于环境的基础科学理论。它是运用自然科学、社会科学的基本原理，去研究环境的性质、特点及其变化规律，而取得的关于环境的基础知识。也就是说，它是环境科学发展过程中所形成的基础学科。主要有以下分支学科：

生态学。它原是一门研究生物与其生活环境相互关系的科学，是生物学的主要分科之一。初期偏重于植物，后来逐渐涉及动物，而且有植物生态学和动物生态学之分。随着环境科学的发展，生态学扩展到人类生活和社会形态等方面，把人类这一生物种也列入生态系统中，来研究并阐明整个生物圈内生态系统的相互关系问题。所以，生态学的研究范围，已经从生物个体、种群和生物群落的关

系，扩大到包括人类社会在内的多种类型生态系统的复合系统。当今人类面临的人口、资源、环境等许多重大问题，也已成为生态学的研究内容。生态学取得的理论成果，为建立环境科学的基础理论奠定了基础。

环境地学。它是以人类和地理环境的结合为对象，研究人——地系统的组成、结构、调节、控制、改造和利用的学科。环境地学包括了环境地质学、环境地球化学、环境土壤学、环境海洋学、污染气象学等多门分支学科。环境地学的产生和发展，为研究环境的组成，环境质量的调查、评价和预测，以及环境质量变化对人类的影响等方面发挥了作用。

环境生物学。它是研究生物与受人类干预的环境之间相互作用的机理及其规律性。研究的主要内容：弄清环境污染引起的生态效应，生物或生态系统对污染的净化功能，利用生物对环境进行监测、评价的原理和方法，以及自然保护等。为人类合理利用自然资源，保护和改善人类的生存环境提供了理论基础。

环境化学。它是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤——岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在的形态及其迁移、转化和归宿的规律。为提示环境的化学性质和运用化学手段解决环境问题提供了理论基础。

环境物理学。它是研究物理环境与人类相互作用的学科，是环境科学的基础理论之一。它包括辐射生物学和辐射医学以及环境声学等。

环境毒理学。它是医学和环境科学的中间桥梁，目前正致力于污染物对人类疑难病症（如癌症等）以及对人类遗传因子影响的理论和实践方面的研究。

三、应用环境学

应用环境学是运用自然科学、社会科学，特别是应用理论环境学和基础环境学的知识建立起来的，它是环境科学中与实际应用相

联系的学科。目前，发展比较快的有以下两大分支学科。

环境工程学。它是一门新兴的技术科学，是在人类同环境污染作斗争，以求保护和改善其生存环境的过程中形成的。它的基本任务是运用环境科学的理论及有关工程技术的原理和方法，防治环境污染，保护和改善环境质量，并研究合理利用自然资源的途径与技术措施。同时，环境工程学还要研究环境污染综合防治的方法和措施，利用系统科学和系统工程方法，从区域的整体上寻求解决环境问题的最佳方案。

环境工程学的形成过程就是一个由单项治理发展到综合防治的过程。综合防治就是综合运用各种有关的工程技术原理及防治措施，控制人为的环境污染。在确定防治方案时，要综合考虑环境自净能力与人工工程技术措施的关系；考虑综合利用与无害化处理的关系；考虑社会各经济部门的关系，研究物质、能量在各生产部门之间的流动规律，以便合理地组成生产地域综合体等。通过综合考虑、系统分析，才能从整体上优选传染综合防治的方案，解决环境问题。

环境管理学。它是一门综合性学科，是管理科学与环境科学交叉渗透的产物。环境管理学主要研究如何采用行政的、法律的、经济的、教育的和科学技术的各种手段，调整经济发展、社会发展和环境保护之间的关系，以处理国民经济各部门之间、各社会团体之间以及人与人之间有关环境的关系。所以，它与经营理论，管理工程，行为科学，预测、规划等所应用的数学方法，人类生态学，环境质量理论，环境工程，经济理论，环境法学，环境生物学等学科的联系尤为密切。

当前，环境管理学的主要任务是从宏观上、战略上、统筹规划上来研究解决环境问题的途径。包括环境预测、决策、规划、环境保护战略，重要的环境经济政策，环境立法，资源、能源环境管理，以及环境管理的理论和方法。

四、环境保护技术

环境保护技术是为了了解环境质量、防治污染以保护环境，在环境科学发展基础上，综合运用多种科学成果而发明的。

目前，世界各国都在不断发明和推广应用种种“绿色技术”，在保证生产、便利生活的同时还要不污染环境，即发展“绿色技术”，实行生态化生产，以从根本上保护环境。“绿色技术”已成为全球环境与经济发展相互协调的必然选择。

在防治环境污染方面，人类创造了以下技术。

环境质量监测技术。它是采用间断或连续地测定环境中污染物的浓度，观察、分析其变化和对环境影响的过程。按环境监测的对象，可分为大气、水体、噪声、土壤、农作物、食品和生物监测。按监测的目的可分为研究性监测、监视性监测和事故性监测。目前这项技术已发挥着巨大的作用。

环境质量综合评价技术。它是对环境要素优劣的定量描述。是按照一定的评价标准和评价方法对一定范围内的环境质量进行说明、评定和预测它是建立在污染状况和污染源的全面调查基础上，通过污染源的全面调查，确定出主要污染源和主要污染物及其排放特征，并通过环境现状监测，来了解主要污染物对环境要素的污染程度及范围。在上述工作的基础上研究污染物的分布和运动规律，进一步探讨污染发生的机制，掌握环境质量的变化规律。

大气污染防治、水污染防治和固体废物处理技术。大气污染、水污染和固体废物是随着工业生产过程产生的，所以大气污染防治、水污染防治和固体废物处理技术也是随着工业生产的不断发展而发明的，此类技术越来越多，已在环境污染防治中起着重大的作用。如大气污染防治中所采用的消烟除尘技术；水污染防治中的水体自净技术和工业废水的重复使用和闭路循环技术；固体废物的资源化技术，等等。

噪声控制技术。噪声污染是一种物理性污染，它的特点是局部

性和没有后效的。噪声在环境中只是造成空气物理性质的暂时变化，噪声源的声输出停止后，污染立即消失，不留下任何残余物质。所以，噪声的防治技术主要是控制声源和声的传播以及接收者的保护技术。这些技术已越来越多，而且日趋成熟。

除了以上技术外，还有防原子和电磁辐射、有害生物防治技术，等等，在此不一一介绍。

第五节　我国的环境科学研究

在我国，随着人们对环境和环境问题的认识和研究，以及利用和控制技术的发展，环境科学迅速发展起来。逐步形成了具有我国特色的环境科学领域。

一、环境科学研究成果

在70年代前，我国环境科学尚处于萌芽状态。自1973年全国第一次环境保护会议以来，经过20多年的努力，环境科学研究工作从无到有，发展很快。在环境监测技术、环境质量评价、环境污染防治技术、环境理论研究等方面，取得了丰硕的成果。已从工业污染源单项治理技术研究进展到区域环境综合防治；从工业污染引起的环境破坏研究扩展到人类活动对生态系统的破坏及自然资源保护的研究；从自然科学工程技术的研究范畴进入社会科学范畴，从科学技术、经济、社会多方面来研究我国的环境问题。在解决我国环境问题的实践中，同时促进了我国环境科学的发展，环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境工程学、环境医学，以及环境经济学、环境法学和环境管理学等分支学科无不具有我国自己的特点，各学科之间相互交叉、相互渗透，学术思想十分活跃。

我国在环境科学的研究方面，将宏观和微观研究相结合，尽量采用当代新技术和新手段，一方面对宏观的污染现状进行调查研究、分析、评价和预测；另一方面深入探索一系列微观污染物的运

动规律和生物效应机制，并相应研究控制和改善环境质量的技术途径。取得了以下几方面的研究成果。

环境污染分析测试技术的研究。在污染监测方面，为了追踪污染源，首先对工矿企业排污口进行分析监测，利用化学分析手段和生物监测方法，弄清污染物的种类和数量，开展了标准分析方法与标准样品的研究，并建立了环境污染物统一分析方法，对60多种污染物，200多种分析方法进行研究，这些成果已在环境监测中得到应用，为解决监测数据的可比性提供了技术保证。

环境污染状况调查和区域环境质量的评价。为了弄清我国环境污染状况，以及探索污染控制途径。我国开展了以水体为主的几大江河体系、湖泊和水库、海湾的污染状况调查和环境质量评价。这些研究成果，不仅为环境规划和管理、污染源治理和排污控制、保护水资源和水产资源提供了大量基础数据和科学依据，也为我国环境科学研究工作积累了基础资料。同时，为了弄清区域的环境状况及环境各要素的特征，采用了多学科、系统分析方法、数量模式等，对环境质量作出了更明确的科学评价。

污染物的治理技术与综合利用技术研究。开展了污染源的治理，尤其在治理与控制工业“三废”污染方面，采用了生物治理技术、化学或物理化学方法，并研究和采用了一些新技术、新工艺和新材料，发挥了各种治理的优势，为我国工业“三废”治理提供了技术措施。我国很重视资源的综合利用。通过在生产部门开展综合利用，把“三废”变成“宝”，取得了许多经验和成绩。

污染生态与环境毒理和环境病因的研究。由于环境污染引起的生态系统的破坏，世界各国很重视，研究工作发展也很快。我国从70年代以来，就开展了许多方面的研究，例如污染物对生物、土壤的危害，污染对农田生态的影响等。在污染对生态的影响方面，开展了酚、氰、汞、砷等对农作物的影响研究，弄清了污染物对各种农作物影响的差异以及农作物各部分（根、茎、叶、种子）的吸收

和积累、代谢、迁移转化、分布规律，为利用自净能力和采取防治途径提供了科学依据。完成了全国克山病水土病因综合调查，已掌握了我国低硒、低钼等自然环境的地带性分布特点，积累了我国自然环境中多种生命元素含量和分布的宝贵数据和资料。还进行了地方性氟中毒的病源，全国恶性肿瘤的环境病因普查等。开展了环境污染流行病学调查，噪声对人的大脑、心脏功能损害的预断方法研究等。这些成果研究，揭示了环境污染对人体健康危害的某些规律，为制定保护人体健康的对策找到了科学依据。

从以上一系列的研究成果可以看出，已基本上形成了具有中国特色的环境科学领域，对丰富和发展环境科学各个领域起到了促进作用。而且研究内容和水平日趋完善和提高，奠定了我国环境科学领域的基础。

二、环境科学的应用研究

环境科学的实用性很强，因此必须广泛开展环境科学应用方面的研究，以充分发挥环境科学研究的社会功能。

我国开展环境科学的应用研究，主要侧重解决国民经济发展中的实际污染问题，针对和选择量大面广、污染严重的课题，主要从工艺改革和治理方法方面考虑，既能解决生产实践存在的污染问题，又能以点带面具有普遍性。例如，对于电镀行业的铬污染，研究了抑铬雾剂——F—53及逆流漂洗闭路循环的工艺改革；对量大面广的印染废水的治理则侧重方法的研究；在突出新方法方面，开展了低浓度二氧化硫的回收与治理；研究了用于废水处理的新菌种；开展了沙荒地改造利用研究，等等。

三、环境科学的基础研究

环境科学的基础研究，从环境保护角度来说，主要是应用研究方面的基础性工作，其目的是发展环境科学，并运用其规律解决生产实践中的具体科学技术问题。

我国在环境科学的基础研究方面，进行了多学科合作，开展了

多学科的综合研究。把环境作为一个复杂的有机整体，从生态环境系统中物质和能量的角度，从分子和细胞的水平去研究，探索和研究了物理系统、生物系统和社会系统通过物质和能量流动的相互作用；社会、经济、自然的复合生态系统的多目标决策；生产效益、生态效益和社会效益的统一，等等。揭示了生态环境表现出来的宏观和微观现象的规律和环境变化的基本规律。通过基础性研究，提出了一些新的观点和概念，丰富发展了环境科学的基础理论，为经济决策提供了科学依据，对实践活动起到了指导作用。

四、环境科学研究体系

由于我国环境科学研究取得了一批成果，所以已初步形成了较为完整的环境科学研究体系。自1973年以来，逐渐形成了中国科学院系统、大专院校系统、中国环境科学与地方环境科学研究系统、中央各业务部环境保护研究系统、大中型企业的环境保护研究机构等一系列相互配合、不同层次、各有分工的环境科学研究体系。全国已形成了一支具有一定政治业务素质好的环境保护工作队伍和环境科学研究队伍。环境科学研究体系的形成，为治理污染和自然环境保护，积极推动我国环境保护科研、监测、教育、科普宣传、法制建设和执行，并进行国际交往等工作，为推动我国环境保护工作的发展，将环境科学研究推进到新的水平起了重要作用。

第二章　环境与环境问题

环境科学的任务是抓住人类与环境这一对矛盾的实质，研究其间的对立统一关系，充分认识二者之间的作用和反作用，掌握其发展规律，以便能动地改造环境并积极调节其间的物质和能量的交换过程，促使环境朝着有利于人类的方向演化。为此，只有从人类与环境的相互关系进行研究，才能真正懂得环境这个概念，才能全面而正确地分析当前人类环境的主要问题，并寻找解决这些问题的合理途径。

第一节　人类与环境

环境是人类社会存在的基本条件，是社会生产得以持续稳定发展的物质基础。人类社会改变了自然环境，人与自然环境之间的相互作用使世界从单纯的生物循环发展为多种因素的大循环。

一、环境的含义

环境是指与人类密切相关的、影响人类生活和生产活动的各种自然（包括人工自然）力量（物质和能量）或作用的总和。它包括各种自然要素和人类与自然要素相互形成的种种生态关系的组合。

环境按其要素的属性，可分为社会环境和自然环境两大类。社会环境又称人工环境，是指人们生活的社会经济制度和上层建筑的环境条件，如构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学的观点和机构等；又如人类的定居，人类社会发展各阶段的情况和城市的建设等等都属于社会环境的内容。它是人类在自然环境基础上创造的劳动和生活场所，是人类物质文明和精神文明

发展的重要标志，是人类在物质资料生产过程中，共同进行生产而结合起来的生产关系的总和。我们说每一个人都不能离开社会而单独生活，就是指人类生活在社会环境之中。自然环境又称天然环境，它是指人群周围各种自然因素的总和，包括大气、河流、海洋、土地、山脉、矿藏、森林、草原、野生动物植物、微生物、太阳辐射等。目前环境科学所讨论的环境，主要指的是自然环境。

环境的功能主要表现在：一方面，它是人类生存和发展的基本物质来源；另一方面，它承受着人类活动产生的废弃物和各种作用结果。

环境的质量，不仅取决于上述各要素中每一组的数量、质量和空间分布，而且更重要的还取决于上述各要素在数量、质量和时空组合上的整体协调程度。

构成自然环境的各要素是人类生活与生产的物质基础，良好的环境是经济持续发展的重要前提，同时也是人类赖以生存、社会得以安定的基本条件。

二、人类社会和环境

生物界的发展，经历了一个从低级到高级的漫长演化过程，人类则是生命演化到高级阶段的产物。人类的生存和发展同整个生物界一样，完全依赖于地表环境条件。如现代科学研究表明，人体血液中含量有60余种化学元素，而这些化学元素的含量与地壳中各种元素的含量在比例上大体相似。地球自然环境为人类社会的物质资料再生产提供丰富的原料、能源和场地，人类社会发展离不开自然环境。当然，环境作为人类生存的基本物质条件是有限的，人类的生产活动对环境的需求和影响，如果越过了它的容量和承受能力，人们最终可能失去这个生存的基石。

人类社会与环境是一个有机的统一体。社会生产是人类通过劳动，有目的、有计划地活动，使环境更适合于人类的生存和发展。尤其是科学技术飞速发展的今天，人类正以史无前例的速度、深度

和广度对大自然进行改造，但同时，由于社会生产过多地从环境中索取，导致了环境污染和破坏，反过来影响和阻碍生产的发展。这就使人们清楚地看到，要使经济持续、稳定发展，就必须处理好人与环境的关系，建立符合生态规律的生产、生活方式，把社会效益、经济效益和环境效益三者统一起来，促进社会和环境的协调发展。

第二节　环境的范围和层次性

环境科学在整体上从科学的高度来研究和划分人类所处的十分复杂的环境，揭示了环境范围的层次性。根据环境与人类的关系，由近及远，由小范围到大范围，把环境划分为多层次的环境体系。

一、生活环境

人类生活环境，主要是指维持人生活所直接需要的许多自然因素，也包括一些被人化了的自然因素。自然因素包含：一是空气。它是许多种气体组成的组合体，其中氮、氧、氩共占空气总体积的99.97%，还有微量的氖、氦、氪等。动植物生长，需要空气；人体发育生长和维持生命，进行呼吸和血液循环，都要靠空气。人和动物断绝了食物、水和空气，导致死亡的首先是缺乏空气。所以，空气是人类生存和发展的一个最重要的因素。二是水。它是生命赖以产生和存在的前提，也是生命最基本的物质基础。生物进化和生物存在，都离不开水。人是生物进化的最高产物，它从最初的原始生物逐渐演化而来，而原始生物则是在原始的海洋中诞生的。人类产生和人体发育成长，都需要水。三是土壤和土地。土地是人的安身立足之处，土壤是生产生活所不可缺少的一个重要条件。人的衣食住行娱乐，都离不开土地，土地负载着人类，养育着人类。土壤是地球上陆地的疏松表层，土壤的积聚与地球外壳结合便是土地，这是植物、动物和人类的生存基地。四是生物资源。生物资源包括

各种微生物、植物和动物。它们既能给人类提供生产和生活的各种资料和食物，又能构造美好的环境，与人类结成一定的生态平衡关系，维持人类的生存。五是矿物。地层内部储藏的许多矿物，是人类生产和生活的种种资料的来源，也是极为宝贵的资源。六是阳光。它是植物、动物和人类赖以存在的基本因素。也是用之不尽，取之不竭的能源。人类是离不开阳光的。

人化了的自然因素是指由人的生产活动改造过的，如食物、饮料、用具、衣物、房屋等。由于人们在日常生活中还从事生产及其他社会活动，所以纳人生活环境中的东西也越来越多。如在农业生产中，驯化的动物，改良的动植物等；工业生产中，各种机器、设备、建筑物、公用设施、工厂、企业等；此外，交通设施、车站、码头、运河、水库等等。

正是以上因素共同组成人类的生活环境，直接影响和决定社会中物质、能量、信息的状况，规定着人们生活的水平和质量。

二、地理环境

地球环境包括两方面的内容：一是自然地理环境，是由岩石、土壤、水、大气、生物等多种要素结合而成的自然综合体；二是人文地理环境，是人类的社会、文化和生产活动的地域组合，其中包括人口、民族、部落、社团，以及政治、经济、交通、军事、社会行为等成份，它们在地球表层构成人文圈，或称社会圈、智慧圈、技术圈。自然地理环境主要是指人类影响较直接的地表环境，是自然物质发展的产物；人文地理环境则是人类在自然地理基础上进行生产、生活和多种社会活动而形成的，人文地理环境的出现意味着地理环境的发展已达到成熟的程度。

三、地质环境

对于什么是地质环境？目前有着不同的理解。有些学者认为，地质环境是由岩石、浮土、水和大气等地球物质组成的体系。按这一理解，地质环境可分为以下几部分。

地壳。它是地球表层的固体部分。分大陆地壳和海洋地壳两部分，大陆地壳在平原地区厚35公里左右，在山区和高原厚50公里左右，世界上最厚的地壳在青藏高原，厚达70公里以上。海洋地壳厚5—8公里。地壳包括：由岩浆或熔融状的成岩物质经过冷却和结晶生成的火成岩；由地表上的岩石、矿物和生物残体，经过风化、搬运、沉积，最后经成岩作用而形成的沉积岩；由原先存在的岩石，经过热力、压力和化学性质活泼的溶液的作用，在固体状态下发生质变而形成的变质岩。地壳内部的物质分布不均匀，在不同地区不同的岩石中缊藏着不同矿产。

土壤圈。是地壳表面的松散层，主要有浮土和基岩。浮土包括土壤和岩石碎屑，是地表的松散覆盖层。浮土的厚度一般只有几十米，有的地方却达几公里。浮土在生物、化学和物理的作用下，经过一系列复杂的变化，才成为能够使植物扎根和生长的土壤，这一地层是与人类的生活息息相关。基岩是露在地表或位于浮土之下的坚硬岩石。

水圈。地球表面约74%是液态水或固态水（冰）覆盖着的。水圈包括海洋、湖泊、河流里的水和土壤水、地下水以及冰川和南、北极的冰盖。地球上的水不是固定不动的，它在太阳能的作用下，能够通过蒸发、降水、径流，不断地进行水循环。

大气圈。覆盖全球的大气，约占地球总量的百万分之一。由于地心引力的作用，大气质量的90%集中在离地面15公里以下的大气层内。从地表到2000公里高的空间中，填充着大气。

地壳、土壤圈、水圈和大气圈之间相互联系和相互作用，才构成了人类所需要的地质环境。

另外，还有些专家和学者认为，地质环境只是由岩石及其风化产物（即浮土）这两部分组成。

上述两种理解，只是在地质环境包括的范围大小有不同的主张，相同的地方是都主张地质环境要深入到地壳内部，这也是地质

环境的特征。

环境科学和地质学都主张地质环境是地球长期演化的产物。经过亿万年的时间，地球逐渐形成为包括地壳、水圈、大气圈的结构，这些圈层之间通过物质交换和能量流动，最后建立了地球结构内部的相对平衡关系。人类今天生活的地质环境，是在经历演化的最近一次造山运动和最近一次冰期而形成的。当然，它仍然在不断变化，但变化的周期很漫长，所以看起来是极其缓慢的。

四、地球环境

地球环境，又称为全球环境。这是从整个地球的范围来考虑人类的生存环境所建立的概念。许多学者认为，地球环境的范围应该包括整个地球系统，上至整个大气层，下到整个固体地球及地球上负载的所有圈层。还有的学者把全球环境的范围定在今天人类活动的范围内，认为这是与人类有关的。也就是说，目前人类活动的范围即生物圈的范围，主要限于地壳表面和围绕它的大气层的一部分，一般包括深度不到11公里的海洋（太平洋最深处的马利亚纳凹地）和高度不到9公里（最高山峰珠穆琅玛峰）的大陆表面和海岛以及高出海平面12公里之内的大气层。这是人类今天开发利用，并有很大影响的范围，因此环境科学中的环境概念，涵义应该是地球表层。

随着科学技术的发展和社会实践的进步，人类对地球环境所作用的范围在逐渐扩大，影响也越来越深刻，因此，对于环境，一定要从整个地球的范围去研究和解决。

五、宇宙环境

宇宙环境，是指包括整个地球直到大气圈以外的宇宙空间。也就是说，宇宙环境的范围很大很大，包括了广袤无垠的宇宙空间和存在于其中的各种天体和星系。人类所居住的地球是太阳系的一个普通成员，太阳系又是无限宇宙中的一个小小的星系。太阳系的中心天体是太阳，它是一个半径约70万公里、表面温度达6000K的气

体球，其核心温度高达1500万K，发生着氢聚变为氦的核反应。人类赖以生存的光和热，就是由这种核反应产生的。太阳系有9个行星，依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。在火星和木星之间运行着几十万颗小行星。太阳系中质量较小的天体还有彗星和流星。对地球的影响较直接的宇宙环境是太阳系，较间接的则是太阳系以外的一切天体和星系。

科学研究表明，地球受月球和太阳的影响，地球上的海洋会发生潮汐；太阳辐射到地球表层大到1.73×10^{17}瓦的功率；地球还接受来自天上的各种粒子流，如宇宙线、电磁波，流星和陨石等等。地壳深处也向地球表层运送热岩浆；地球表层也有输出，最大的一项就是同太阳辐射能大致相等的红外辐射，散发到宇宙空间；还有少量质量轻的气体分子散溢到上层大气，以至空间。今天，人类把人造卫星、宇宙飞船、航天飞机、空间站和探测器送人空间，影响宇宙环境了。

第三节　当代环境问题的原因、特点及分类

随着人类社会和经济的发展，环境问题也在不断产生和发展。环境问题已成为当代人类面临的重大问题之一，如何协调好人与环境的关系，切实保护好全球环境，是当代人类的一项艰巨面伟大的历史使命。为此，深入分析当代社会面临的环境问题，研究它们的产生原因、特点等，是环境科学的一个重要课题。

一、产生环境问题的原因

影响环境变化的因素是多方面的，也是十分复杂的，既有自然因素，也有人为因素。今天，人类生存的环境有了新的特点，人为的因素大大加强。

首先，自然因素导致环境问题。环境是由无机和有机、生物和

非生物等多种因素组合而成的复杂体系，在自然界力学、物理、化学、生物、天体等方面的作用下，时刻不停在变化，这些变化是自发进行的。有时的变化对人和生物有利，有时却不利于人和生物生存，就产生了环境问题。例如，火山喷发、地震、海啸、泥石流、雷击和火灾等。这些自然灾害和变异因素都可能在短时间内使生态系统遭到破坏，甚至毁灭，成为产生环境问题的原因。

其次，人为因素。人和人类的活动，也会影响自然生态平衡和污染环境，产生环境问题。主要集中在以下几个方面：

人口迅速增长是环境变化的重要因素。随着人口激增，人类活动和开发强度加剧，就会引起不合理的行为，对环境造成严重损害，如森林面积不断减少，水土流失范围越来越大，水资源严重短缺，生物多样性受到破坏等，对自然资源施加额外的直接压力。同时，人口迅速增长和人均产值增长也会增加污染物排放量，这意味着对地球的吸收能力形成更大的压力。近几十年来，由于人口爆炸，已给人类的环境造成了极大的破坏。

经济增长成为环境变迁的主要原因。环境和自然资源是经济发展的物质基础，经济发展与生态环境之间是对立统一的关系。但是长期以来，人类在进行经济活动时恰恰忽视了两者之间的统一和协调。人类进人工业化时代，经济不断增长，但同时也进入环境严重破坏和污染时代。工业生产对自然资原的消耗空前提高。人类大规模地开发和利用环境，对环境的影响超过了任何历史时期。随着工业化过程加速，工业或制造业占国民经济比重迅速提高，污染物排放量不断增加，环境急剧恶化。70年代以来，环境恶化进一步加剧呈全球化趋势。

科学技术是影响环境质量的可变因素。科学技术既是污染物排放的引起者，又是防治污染的创新者。

科学技术是生产力发展的重要动力，它推动了经济的发展和人类文明的进步，这是历史所证明了的真理。但随着科学技术的突飞

猛进，既使人类享尽了现代科技成果带来的巨大的物质和精神福利，同时也越来越尝到了许多成果所产生的意想不到的苦果和负效应。例如，内燃机不仅给人类提供了方便使用的动力，也给人类制造了光化学雾。氟里昂不仅为人类生活提供了冷冻的功效，也破坏着臭氧层。化肥可以增产粮食，也破坏着土壤的有机质。空间技术的发展，也使太空轨道有废物碎片。解决这一矛盾的出路只能依靠科学技术。也就是直接用于保护环境的科学技术，特别是防治污染的科学技术。这就使科学研究的适用性显得十分重要，科学研究成果必须能付诸实际应用，必须能解决和缓解全球性的环境问题。因此，环境保护技术成为新的开发点。

二、环境问题的特点

20世纪50—60年代提出了环境问题，从80年代起，环境问题发生了新的变化，污染事故增多，生态灾害严重，出现了以下新的特点。

毁灭性。50—60年代环境污染影响主要是小范围的，如某个城市、某条河流，某片农田等，而80年代以来的环境污染的影响已经是大范围的，如世界范围内的酸雨、臭氧层破坏和“温室效应”等环境问题，是对人类赖以生存的整个地球环境的损害，这种危害具有毁灭性。

威胁性。在50—60年代人类关心的是环境污染对人体健康的危害，当时的环境污染虽然也损害经济发展，不利于人类长远生存，但问题并不十分突出。从80年代开始，环境问题既包括对人的健康的影响，更重要的是对经济和社会的持续发展带来威胁，具有一定的威胁性。

全球性。在50—60年代环境问题发生在经济发达的国家。80年代以来，环境问题已遍及世界各国，既出现在经济发达的国家，也出现在许多发展中国家。发生了全球范围的许多特殊的环境问题。

协调性。对环境问题的防治，过去人类主要是寻求一些常规的

污染处理技术，从生产过程的末端治理污染。80年代以来，在科学技术全面进步和环境科学发展基础上，对当代面临的环境问题，所采取的防治方式和手段发生了大的变革。如通过优先考虑产品结构、生产工艺技术以及工艺过程来最大限度地减少污染物的排放，从生产的全过程着眼以防治污染。再如利用绿色科技，采取集约经营，推广节约资源、保护环境、提高效益的无废料的生产方式，促使环境保护、经济建设和社会发展相协调。

共同性。在50—60年代，环境问题有时可以靠一个国家和地区的努力，就可以控制或解决。80年代以来，由于环境问题涉及范围大，不仅需要每一单个国家自觉地行动起来，而且需要国际社会的共同合作和努力，即建立新的全球伙伴关系。因此，解决环境问题具有共同性。

三、环境问题的类型

当今世界面临的环境问题较多，表现形式也多种多样，但按其性质划分，有三大类型。

第一，原生环境问题。是由自然界本身的不平衡性造成的各种自然灾害等异常现象，如火山爆发、地震、台风、海啸等，会引起环境的质量下降，有害于人类和其他生物的正常生存和发展。这是不以人类意志为转移的、天然存在的。

第二，次生性环境问题。主要由人为的因素造成的，即人类社会的经济活动违背了自然生态规律，干扰了生态系统的正常运转所造成的环境问题。这类环境问题目前对人类影响最大，但通过人类自身的努力是可以加以控制和治理的。通常所说的环境问题，主要指这一类问题，一般分为生态破坏和环境污染两大类。

生态破坏，即生态平衡失调。主要由人类对自然资源的不合理开发利用造成的，导致局部地区甚至整个生态系统结构和功能的衰退和破坏，从而威胁人类的生存和发展。当然，自然因素也是造成生态破坏的一个原因。这是属于资源破坏、生态危机方面的环境问

题。

环境污染。生态系统对于污染物有一定的自净能力，当社会生产、生活排放的有害物质和能量超过了生态系统的自净能力时，就会使生态系统产生不利的变化，使人类生存环境遭受污染而质量下降；或者污染物进入生态系统，沿食物链转移、富集，最后进入人体，危害人体健康及其他生物的正常生存。

环境污染有许多类型，按污染的性质可分为生物污染、物理污染、化学污染、噪声污染、辐射污染；按被污染的环境要素可分为大气污染、水体污染、土壤污染等。按污染产生的原因可分为生产污染和生活污染等；按污染物污染的空间范围，则可分为局部污染、区域污染、全球污染等。

根据污染物在环境中是否发生变化，环境污染又可分一次污染和二次污染。由从污染源直接排入环境之中，物理和化学性质都没有发生变化的原发性污染物引起的污染叫一次污染。一次污染物排入环境后与环境中其他物质发生反应后生成的物理、化学性状都与一次污染不同的新污染物对环境的污染叫二次污染。二次污染对环境的危害比一次污染更加严重和复杂。

第三，社会环境本身的问题，包括人口问题、城市膨胀问题，以及经济发展中资源的滥用所造成的资源匮乏等对社会生产、生活的影响。

第四节　环境污染和生态破坏

自然界提供了人类的生存环境，保证了人体健康和人类的生息繁衍。但由于工业的高度发展，人类对自然的影响空前加强，已经打乱了自然环境的组成、结构、功能及其发展进程，导致了环境质量下降。特别是环境污染和生态破坏严重威胁着人类和生物的生存和发展。

一、环境污染

污染是今日人类面临的环境问题的核心，也是其他问题诱发的根源。由于环境污染物种类繁多，造成的危害也不一而足。下面择其主要做简单介绍。

第一，大气污染。随着现代工业化的发展，大气污染程度在急剧增高。据统计，近年来每年排入大气中的有毒气体多以亿吨计。全世界人为活动每年排放的二氧化硫约1.5亿吨，二氧化碳近100亿吨。由化石燃料和树木等燃烧不完全而产生的煤粉尘，每年排入大气中的总量多达1亿吨。

大气污染的严重后果，导致“温室效应”和臭氧层破坏，危害最大的是“空中死神”——酸雨成灾。酸雨是指由工业废气中的二氧化硫等酸性气体与空气中的水相结合生成硫酸与硝酸以后，以雨、雪、雾的形式降落到地面而形成的公害。酸雨中含有各种致病、致癌因素，能破坏人的皮肤，诱发各种疾病和癌症，严重危害人体健康。酸雨对森林和水域生态系统也有致命的破坏作用，使大片森林枯萎死亡，众多湖泊酸化失去生机。还能腐蚀、破坏工业设备和建筑物。酸雨危害最早发生在北欧，后来蔓延到中欧、东欧乃至整个欧洲。目前几乎遍布全球。

第二，水体污染。水体污染包括河流、湖泊、海洋等污染。目前全世界淡水资源大约1/3受到工业和生活污水的污染。淡水大量污染，导致全世界出现水荒。80年代以来，全世界有43个国家因水告急，全世界每年因饮水不洁而患病的人，多达6亿人次。目前，全球淡水不足的陆地面积约60%，约有20亿人口的用水紧张，10亿以上人口正在饮用被污染的水。

海洋污染也是十分严重的，工业化以来，海洋成了人们排放工业废水、废渣、生活等废弃物的污水池和垃圾箱。海洋污染使许多常见的鱼类已从大陆架水域中消失，大量海鸟死亡。

第三，土壤污染。当污染物进入土壤并积累到一定程度，就会

使土壤质量劣化，造成土壤污染，土壤污染主要来自人类的生产和生活产生的许多垃圾和废弃物，包括工业和城市的废水、固体废物、农药和化肥、牲畜和人的排泄物、生物残体和大气沉降物等。污染物进入土壤后，一般很难除去，危害是极大的。

第四，空间环境污染。空间环境是人类和生物的生存场所，如果造成了空间污染，也会危害人和生物的健康。空间污染一般有以下几种：

噪声污染。噪声污染是已被公认的“公害”之一。它是由不同频率和强度杂乱组合而成的超常声音，是一种使人们感到厌烦的声音。长期在噪声污染的环境里工作，可造成心情烦躁，反应迟钝，容易疲劳，工作效率下降，工伤事故增多；造成听力减迟直至耳聋；会患各种慢性病，如心脏病、脑心血管病、神经衰弱、头痛、耳鸣、失眠、心慌等。

电磁辐射污染。物理学中的电磁理论告诉我们，一切变化的电场都会在它的周围空间或物质中激发出变化的磁场，这种变化的磁场又会激发出变化的电场，形成电磁波，即产生电磁辐射。电磁波以光速传播，它们的频率（或波长）不同，具有不同的物理特性，在技术上可以利用不同频率（或波长）的电磁波与物质相互作用的特性来达到不同的应用目的，以方便人类的生产、生活、工作和种种社会活动。但是，过量的电磁辐射，尤其是微波辐射，以及频率高于可见光的紫外线和 x 光辐射，会造成环境空间的污染，对人体的健康、生产秩序、工作安排和正常生活会产生很不利的影响。

电磁污染，是指天然的和人为的各种电磁波干扰和有害的电磁辐射。天然的电磁污染是由某些自然现象引起的。如雷电、火山喷发、地震和太阳黑子等产生的电磁干扰。人为电磁污染有：脉冲放电、大功率电机、变压器、无线电广播、电视、微波通信等产生的电磁场和各种射频的辐射，已成为引人注目的环境问题。

放射性辐射污染。在人类生活的空间环境，有来自于自然界的

和人为的放射性辐射。过量的放射性辐射给人体造成极大的危害。自然的放射性辐射主要来自大地和宇宙。大地的土壤和矿藏中的铀、钍、镭等放射性元素都会辐射出α、β、γ射线，其辐射强度则随地理环境的改变而改变，在放射性矿藏附近辐射强度比其他地区要高若干倍。宇宙射线在高空辐射量大，到地面已与大地放射性辐射量相当。人工放射性辐射有：医学x光诊断，原子能工业生产，核爆炸试验，放射性工业废料，放射线尘埃等等。在正常情况下，环境中的放射性辐射的总量水平是很低的，不影响人的生活。但过量的放射性辐射，会引起急性效应，如恶心、呕吐、感染、发烧等症状，甚至导致死亡。

二、生态破坏

生态破坏，指的是盲目开荒、滥伐森林、过渡放牧、滥捕野生动物以及某些建设措施（建筑高水坎、围湖造田）等导致的环境破坏和自然资源的枯竭。随着农牧业生产的发展，特别是工业化程度的加剧，环境质量进一步严重恶化，出现了全球性的环境生态危机。

世界范围土壤过分流失与土地沙漠化蔓延。土壤流失，造成耕地肥力降低，丧失生产力，并造成泥沙淤积。森林覆盖率已由原来的66%下降到目前的22%。预计到21世纪初，将有2.2亿公顷的热带森林在地球上消失。

人类活动对生物圈的影响，使大量生物的生存栖息条件遭到破坏，导致物种濒危和灭绝。伦敦环保组织“地球之友”前几年指出，地球上每天至少有一种生物灭绝，到90年代增加到每小时消失一种。这样到2000年将有100万种生物在地球上不复存在。生物种类是工农业生产的潜力所在，也是高新技术生产的材料来源和基因库，生物种类的大量消失，对人类社会的损失是不可估量的。生物资源的破坏，进一步加剧了生态环境的恶化和局部地区的气候异常，而且自然灾害频繁，受灾人数成倍增加。

三、全球环境问题

目前，在环境遭受污染、生态平衡受到破坏的情况下，出现了带有全球性的许多特殊的环境问题。

首先，“温室效应”。“温室效应”是指由于大气污染，导致二氧化碳气体在地球上空的大量积聚，这些气体一方面截获了太阳的红外辐射，另一方面又阻挡了地面辐射热向太空散发，从而导致地球表面变暖，把整个地球变成一个“大温室”。据报到，全球温室气体的年增长量在1957年到1987年的30年内大约增加了2倍。据气象学家阅读世界2000个气象站的气象日报发现，100年以来，气温最高的6年都发生在80年代，全球平均气温比1979年截止的前30年的长期平均气温高0.34℃。

大多数气候学家认为，在今后的50年，全球温度总的将升高3℃，热带地区温升较小，而靠近两极的地带温升将大得多。实际上即使1℃的温升就会引起重大的生态变化。气温升高的严重后果：一是全球气候变化异常，雨水减少，使干旱、半干旱地区变得更加干旱。尤其是中纬度地区，夏季少雨、蒸发量大，不但使农作物减产，而且会使内陆湖泊、水库的水位下降乃至干涸。高纬度地区则可能出现渍涝、水患，导致农业严重受损，粮食危机加重。气候变化会影响到各生物种群的生活习性及生育繁殖，影响植物带在地球上的分布，会造成一些动植物的死亡、灭绝。气候变化产生的一个重要问题是自然界将失去它原有的协调性，对整个生态系统产生影响，人们将会看到最明显的变化是全世界植物带的变迁。尤其是北半球，所有的植物带将会向北极方向迁移。二是海水上涨。由于气温上升，首先使海水变暖而膨胀。其次，导致南北两极的冰雪融化，从而海平面上升。在过去的100年内，世界海平面上升10厘米至15厘米。预计在未来的100年内，海平面将上升1米。同时，在全球许多地方将有更频繁、更猛烈的风暴，在一些地方则出现更厉害的暴雨。世界1/3人口居住的沿海地区，将会遇到下沉、淹没等灾

害的侵袭。不少岛屿有消失的危险。

其次，臭氧层破坏。人类在尽情享受各种高新科技成果时，却没有预料到，被广泛用于航空事业、社会工业化过程中所用的一些化合物会成为破坏臭氧层的催化剂。臭氧层耗损是潜在的、不容忽视的环境危机。

臭氧层是离地表10—50公里高度的由臭氧组成的大气层，能阻止90％以上的紫外线直射地面杀伤生命，是地球生态环境的天然“保护伞”。臭氧层一旦遭到破坏，“无影杀手”紫外线便长驱直入，对地球生物构成严重威胁。科学研究证实，大气中的臭氧含量每减少1％，照射到地球的紫外线就增加2％，皮肤癌的发病率便增加4％。过量的紫外线辐射还会损伤人的免疫功能，使黑色素瘤、白内障和呼吸道疾病患者增多；破坏正常的食物链使农作物大幅度减产。据卫星观测，80年代南极上空出现了面积已达900万平方公里的臭氧层空洞。90年代据西德魏格纳研究所的科学家研究发现北极上空又出现了第二个臭氧层空洞，其面积约为南极空洞的1/5，臭氧含量减少2％—10％。

再次，垃圾剧增。垃圾已成为当今全世界各国最头疼的公害之一。地球上的垃圾无论从数量还是种类方面都在剧增。1990年，全球每年新增垃圾100万吨，合人均2吨。全世界海洋、湖泊、河流、水井直接受有害有毒物质垃圾废料污染的威胁和造成的祸害有增无减。

垃圾可以说是“无孔不入”，在宇宙空间又发现了“太空垃圾”。目前，在太空轨道上有7000多个直径10厘米以上的废物碎块在飘浮。这些垃圾与人造卫星一样，也是按照一定的轨道绕地球旋转的。太空垃圾对人类探索与开发宇宙空间，无疑造成了一定障碍。

第三章　生态学基础

环境科学是研究人类活动与环境质量变化基本规律的学科，生态学则是环境科学的理论基础。为此，探讨生态学的基本概念和规律以及与环境保护的关系，为深入研究人类的环境问题提供必要的理论依据。

第一节　生态学的形成及其特点

生态学是综合运用数学、物理、化学、地学，尤其是生物学、社会科学等基础科学知识和信息论、控制论、系统论等新兴科学方法，研究生物与环境之间的相互关系，相互作用和机理的综合性学科。随着社会生产力的发展和科学技术的进步，生态科学的研究越来越深入，应用范围也越来越广泛，正在迅速发展。

一、生态学的形成

生态学（Ecology）一词最早是由德国生物学家黑格尔提出的。其英文的词首和经济学（Economics）是相同的，均为Eco，来源于希腊文oikos，表示家庭居处或环境的意思，可见生态学和经济学、家庭、环境等，从词源和词义上说是有密切关系。

生态学原是一门研究生物与其生活环境相互关系的科学，是生物学的主要分科之一。初期偏重于植物，后来逐渐涉及动物，而有植物生态学和动物生态学之分。由于人类环境问题和环境科学的发展，生态学扩展到人类生活和社会形态等方面，把人类这一个生物种也列入生态系统中，来研究并阐明整个生物圈内生态系统的相互关系问题。标志着生态学的研究进入了人类生态学研究时期。人类

生态学专门致力于研究关于人、社会和自然生态系统相互作用的研究，目的是要协调人与自然的发展，促进全球性生态问题的解决。

二、生态学的特点

生态学发展到今天，具有以下几大特点：

首先，从定性探索生物与环境的相互作用，到定量研究。如生态学与数学结合，不仅对认识和阐明各种复杂的生态系统，提供了有效的工具(如系统分析、模型应用等)，而且数学的抽象概念及推导方法，将对未来的生态学起显著作用。此外，计算机的应用，帮助人们进一步认识和解释生态系统中的复杂现象，并从中找出规律。

第二，从个体生态系统到复合生态系统，由单一到综合，由静态到动态地认识自然界的物质循环与转化规律。许多生态学家已突破了自然生态系统的范围，把经济系统和社会系统与自然生态系统结合起来，提出了范围更大的自然——经济——社会复合生态系统。特别是综合运用各学科的成就，使得经济效益、社会效益相结合，在人类社会的发展中产生积极作用。

第三，与基础科学和应用科学相结合，发展了生态学，扩大了生态学领域。如生态学与数学、化学、物理学等相结合，导致生态学新理论，新方法的出现，使人类在了解自然，利用自然和改造自然中更加主动。又如与系统工程学相结合形成的系统生态学，属于生态学领域方法论的发展，核心是从整体出发考虑问题。

从以上分析可以看出，生态学和环境科学显然有很多共同的地方，它们所研究的问题基本上是相近的。只不过生态学是以一般生物为对象的，着重研究自然因素与生物的相互关系，单纯属于自然科学范畴。环境科学则以人类为主要对象，把环境与人类生活的相互影响作为一个整体来研究，从而和社会科学发生十分密切的联系。因此，生态学的许多基本原理同样也可以应用于环境科学中，作为基础理论而联系到人类独特的主观能动性和复杂的社会关系，来研究和解决人类生活与环境问题。

第二节　生态系统的概念和功能

自20世纪下半叶以来，人们都在谈生态危机，要求维护生态平衡，即保持自然的良性循环，建立起生态系统的最佳平衡。正确地理解生态平衡，其关键在于掌握生态系统的概念、结构和功能及其动态规律。

一、生态系统的基本概念和类型

生态系统是自然界的基本结构和功能单位。自然界的生物都以一定的群体形式而生存，这种群体形式在生态学上称作生物群落。而生物群落又必须与无机界不断进行物质能量的交换，才能生长发育，进行正常的生命活动。由生物群落在一定空间范围内与无机环境共同结合成的这种相互联系、相互作用的整体结构，就是生态系统。现代生态学认为生态系统是占据一定空间的自然界客观存在的客体，是包括人类在内的生命系统和环境系统在特定空间的组合。

生态系统主要分为陆地生态系统和水域生态系统两大类。其中陆地生态系统占地球面积的1/3，水域生态系统占2/3。陆地生态又分为森林、草原、山地、荒漠等自然生态系统，以及农田、城市等人工生态系统。水域生态包括海洋、湖泊、河流等生态系统。生物圈则是地球上最高层次的生态系统，是地球上包括人类在内的所有生物和它们生存环境的总体，是所有生态系统的综合体系。

二、生态系统的构成

任何生态系统都是由生物和非生物环境两大部分组成。而生物部分按照它们的营养方式和在系统中所起的作用的不同，又可以分为生产者、消费者和分解者。所以，一个生态系统应该包括生产者、消费者和分解者，以及非生物环境等四类成份。

生产者是指所有的绿色植物和能化合成细菌等自养型生物。生产者是生态系统中营养结构的基础，它决定着生态系统中生产力的

高低，是生态系统中最重要的组成部分。

消费者主要指各种动物，也包括人类自身。他们都是以植物制造的有机物为生，虽然有食草动物、食肉动物之别，但都是消费者、异养者。

分解者指的是细菌等微生物。它们以死亡后的动、植物为营养，并把其分解为简单化合物释放到环境中去，是生物圈中的“清道夫”。

非生物环境包括碳、氢、氧、二氧化碳、无机盐等无机物质和太阳辐射、土壤、空气、温度、水分等自然因素。它们为生物的生存提供必要的空间、物质和能量等条件，是生态系统能够正常运转的物质、能量基础。

三、生态系统的功能

生态系统要维持正常的运转，离不开能量、物质和信息。而能量、物质和信息在生态系统中所进行的永无休止的流动、循环和传递过程，则是生态系统基本功能的体现。

能量流动。能量流动是生态系统的基本功能之一，是生态系统维护正常运转的重要机制。各种形式的生物有机体以及生态系统的正常运转和生命运动都需要能量。这种能量归根到底来自于太阳辐射。没有太阳的辐射，就不会有郁郁葱葱的森林和麦浪滚滚的田野，也不会有五彩缤纷的鲜花和在百花丛中翩翩起舞的蝴蝶。雄鹰在天空中翱翔，骏马在原野上驰骋，巨鲸在海洋里龙腾虎跃，靠的都是太阳能。

太阳的辐射能相当惊人。在“赤日炎炎似火烧”的盛夏，谁不热得汗流夹背呢？据统计，太阳光在辐射到地球大气外60公里高空的地方时，其平均能量为2卡/厘米^2·分，这就是“太阳常数”。当太阳光穿过大气层时，有一部分被大气和云层吸收、反射，因此，直接投射到地面，能为植物所利用的只是其中一部分。在太阳的总

辐射中，大约有55%是红外线或紫外线等不可见光，它们不可能被植物的光合作用所利用。剩余的45%的辐射能虽然能被植物的色素吸收，但是由于植物表面的反射、非活性吸收和蒸腾作用都要消耗能量，因此，真正用于构成光合作用产物的能量，即使在最适宜的条件下，也只占太阳总辐射能的3.6%，在这一点点被利用的能量中，也有1/3被植物自身的呼吸作用消耗掉。所以，最多只有2.4%的太阳能可转变成化学能而贮存在植物体内；一般植物只能固定1%左右的太阳能。

在生物圈中，第一个固定太阳能的是绿色植物。绿色植物是通过光合作用，把太阳能转变成贮存化学键中的化学能的。这个过程叫做生态系统的“初级生产”过程。而在这个过程中所固定的总能量（或形成的有机物质的总量），就叫做“初级生产力”（或初级生产量）。这就是说，生产力是通过生产量而体现出来的。

由于植物一方面在光合作用过程中合成有机物，另一方面又在呼吸作用中不停地消耗，所以，把初级生产力又分为两部分，即“总初级生产力”和“净初级生产力”，前者指生态系统中绿色植物合成的全部有机物或固定的能量，后者是指生态系统中总初级生产力和除植物呼吸消耗后的数值，也就是真正用于植物生长和进行繁殖的能量值。净初级生产力这部分能量的去向是：为食草动物所吃而流入下一个营养级；剩余的植物体被分解者生物所利用而流入体内。

当食草动物吃绿色植物时，植物体内的物质和能量就向食草动物这个营养级流动了。例如，田鼠咬断农作物的茎杆，但它只吃其种子和花序，而且边吃边糟蹋，贮存在茎、叶和被遗弃的种子中的能量并没有被田鼠利用。田鼠被吃掉的有机物中，大部分被田鼠消化吸收，少部分随粪尿排出体外，在这个过程中又有一部分能量从植物到田鼠这两个环节之间流失掉。由此可见，食草动物只利用了植物中的一部分能量。与植物提供的净初级生产量比较，食草动物所利用的能量是很有限的。当然，被消化吸收了的那部分能量和物

质则变成了食草动物本身能利用的有机物质，即所谓同化量。但在同化量中，又有一部分被食草动物的生命活动消耗掉，这部分叫做呼吸量。最后剩下来提供有机体生长和生殖的那部分能量和物质便是“次级生产量”，如图3—1所示。

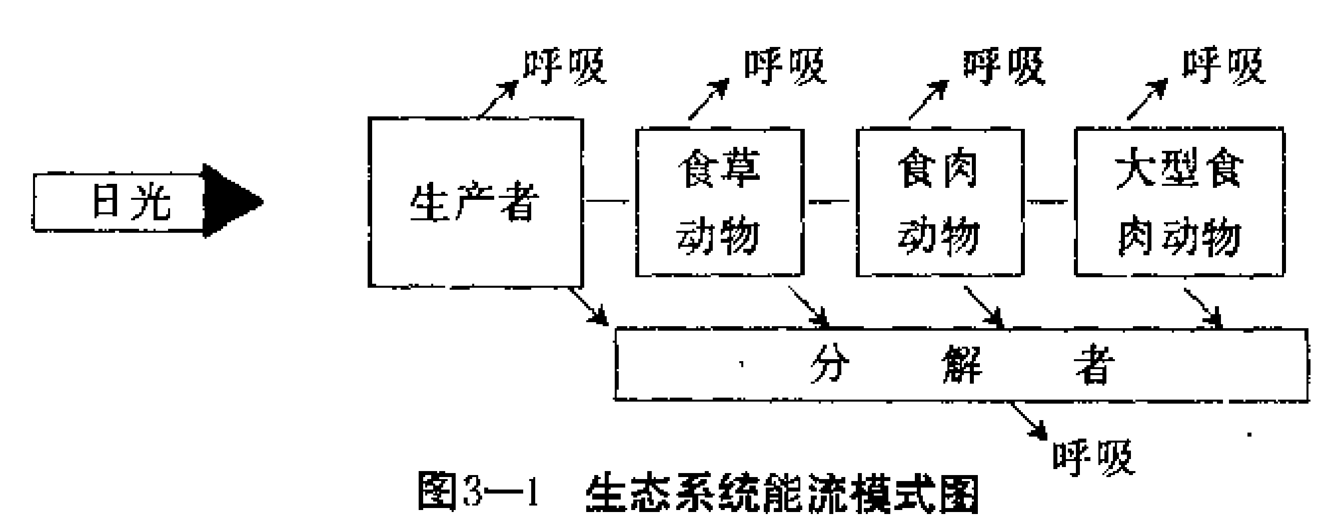


图3—1　生态系统能流模式图

综上所述，能量从生产者流向食草动物这个营养级后，有以下几条去路：为食草动物维持生命活动所消耗，即呼吸过程用掉的能量，这部分能量不能被重新利用；形成次级生产量，包括食草动物个体的生长和产生新个体中所含有的物质和能量，这部分可供下一营养级（食肉动物）所利用；食草动物排出的粪便或未被食草动物吃完的植物体可供分解者生物利用。

当食肉动物吃食草动物时，食草动物身上贮存的能量又流入第三营养级，其去路与第二营养级相似。构成更高的第四、第五营养级的都是消费者动物。因此，其能流的过程大致与第二、三营养级相当，对它们一般都使用次级生产过程这一概念，它包括了第二、三、四……等营养级（所有消费者动物）的生产过程。也就是说，一般不使用三级、四级生产或生产力等术语。所谓次级生产力，就包括了食草动物、食肉动物的生产力，也包括寄生生物和分解者生物所形成的生产力。而所谓初级生产力，则只是生产者生物（以绿色植物为主）在生产过程中所形成的生产力。对于一个生态系统来说，初级生产力是基础，初级生产力高，其他生物的生产力才可能

高。初级生产力低，其他生物的生产力也就低。

生态系统中的能流是单向性的，并且是层层递减的。也就是说，从太阳的辐射能到被生产者固定，再经食草动物到食肉动物，再到大型肉动物，能量是逐渐地减少的。一般来说，生态系统中各营养级能够传递给下一级的能量，大约只有10%左右。这种规律若用生物量变化的图形表示出来，便形成一个底部宽、顶端尖的“金字塔”，叫做“生态金字塔”，如图3—2所示。

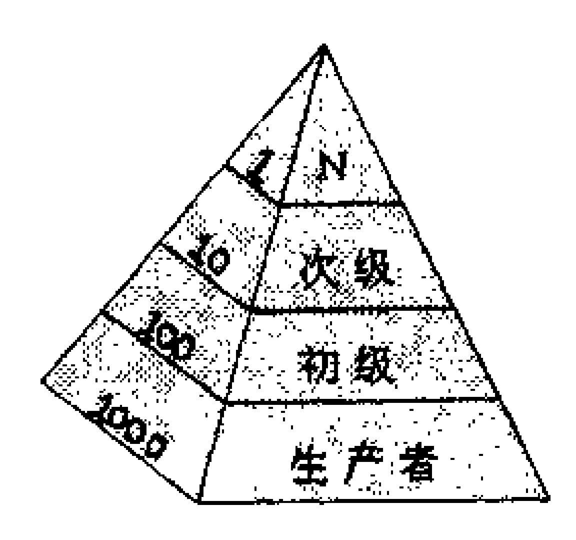


图3—2 生态金字塔

从以上可以看出，生态系统中的各种生物，通过能流而连结成一个有机的整体。生态系统的生产者、各级消费者和分解者在能流的过程中各自起着特定而又必不可少的作用，它们之间互相作用、互相依存，其密切程度达到缺其一类就难以成为一个完善的、自持的，具有持久生命功能的系统。

物质循环。生命的维持和延续不仅需要能量，而且还需要有各种物质，其中包括20余种必要的元素，最重要的是氧、碳、氢、氮和磷这5种元素，它们占全部原生质的97%以上。上述元素在生态系统的各成员之间不断地循环着，即既在生物与生物之间，也在生物与无机环境之间返复地循环，由于这种循环带有全球性，又称为生物地球化学循环。下面介绍水、碳、氮和磷的循环。

水循环。照射地球表面的太阳除了很少一部分供植物光合作用

的需要外，约有1/4用于蒸发水分，从而引起了生物圈中水的循环。水分不仅能从水面和陆地表层蒸发，而且也可通过植物叶面的蒸腾作用而进入大气中。大气中的水遇冷则凝结成雨雪等降水，又落回地表。地球表面约70%为海洋等所占，而且海洋等水而蒸发的水比凝降返回的多，陆地上的情况恰恰相反。因此，陆地的水一部分流经河川重返海洋；一部分渗入土壤或松散的岩层中，除被植物部分吸收外其余均成为地下水，最后也经缓慢移动流回海洋，水分虽然也会通过动物身体循环，但为量甚少。

一切物体中的有机物质大部分是由水组成的，地而水体又是人类从事生产和生活所不可缺少的。所以任何一个生态系统都离不开水，同时水循环为生态系统中物质和能量的交换提供了基础。此外，水还能起调节气候，清洗大气和净化环境的作用。

碳循环。碳是构成生物体的主要元素，它以二氧化碳的形式贮存于大气中。植物借光合作用吸收空气中二氧化碳制成糖类等有机物质而释放出氧气，供动物需要。同时，植物和动物又通过呼吸作用吸收氧气而放出二氧化碳重返空气中。此外，它们死亡后的遗体经微生物分解破坏，最后也氧化变成二氧化碳、水和其他无机盐类。矿物燃料如煤、石油、天然气等也是地质史上生物遗体所形成的。当它们被人类燃烧时，耗去空气中的氧而释放出二氧化碳。最后，空气中的二氧化碳有很大一部分为海水所吸收，逐渐变为碳酸盐沉积海底，形成新岩石；或通过水生生物的贝壳和骨骼移到陆地。这些碳酸盐又从空气中吸收二氧化碳成为碳酸氢盐而溶于水中，最后也归入海洋。其他如火山爆发和森林大火等自然现象也会使碳元素变成二氧化碳回到大气中。在碳循环中，森林是碳的主要吸收者，是碳循环的重要环节，保护森林对维持生态系统碳循环的正常进行有着极其重要的作用。

氮循环。氮是蛋白质的主要组成元素，氮循环保证生物有机体源源不断地合成蛋白质。大气中的氮含量占79%，但不为大多数生

物直接利用。只有象苜蓿、大豆等豆科植物的根瘤菌这一类固氮或某些兰绿藻，才能将空气中的氮转变成硝酸盐固定下来。植物从土壤中吸取硝酸盐和铵盐等，并在体内制成各种氨基酸，然后再合成各种蛋白质。动物借食用植物而取得氮。动植物死后，体中的蛋白质被微生物分解成硝酸盐或铵盐而返回土壤中，供植物吸收利用。土壤中一部分硝酸盐在反硝化细菌的作用下转变成分子氮回到大气中。化学肥料的生产和使用也能将空气中氮变成铵盐而贮存于土壤中。火山喷发时也会有氮气进入大气。

磷循环。磷是维持生命所必需的另一重要元素；生物在新陈代谢过程中都需要磷。磷的主要来源是磷酸盐岩石以及鸟粪层和动物化石的天然磷酸盐矿床。它们通过天然侵蚀或人工开采进入水体或食物链中，经短期循环后最终大部分流失在深海沉积层中，一直到经过地质上的活动才又提升上来。人工开采磷矿作化学肥料使用，最后大半也是冲刷到海洋中去，只有小部分通过浅海的鱼类又返回到陆地上。这样，磷在生物圈中只有较小的部分进行生物地质化学循环，大部分是单方向流动的，以致成为一种不可更新的资源。因此，对磷矿资源的利用应予以慎重考虑。

信息传递。在生态系统的生物群落与其生活环境之间，生物群落内部各种群之间，存在着各种形式的信息流。主要的信息形式有以下几种：

营养信息。通过营养交换的形式，把信息从一个种群传到另一种群，或从一个个体传递给另一个个体，叫做营养信息。食物链（网）就是一个营养信息系统；如田鼠多的地区老鹰也多，田鼠是老鹰的营养信息。

化学信息。生物在某些特定的条件下，或在某个生长发育阶段，会分泌出某些特殊的化学物质，如维生素、生长素、性诱激素等。这些分泌物对生物来说不是提供营养，而是在生物个体或种群之间起着某种信息传递的作用，即构成了化学信息的传递系统。如

蚂蚁分泌物可留下化学痕迹，以便后来者跟随。

物理信息。声、光、颜色等是生态系统的物理信息。例如鸟鸣、兽吼可传达威吓、警告、有无食物、安全等各种信息；萤火虫通过闪光来识别同类；昆虫可根据花的颜色判断有无花蜜等。

行为信息。有些动物可以通过自己的各种行为格式向同伴发出识别、威吓、挑战和求偶等信息。

综上所述，能量流动、物质循环和信息传递是生态系统的基本功能。能量流动是生态系统得以正常运转的动力源泉，物质循环是生态系统存在发展的物质基础；信息传递的畅通是能量，物质畅通的前提条件。能量流动、物质循环和信息传递一起，将生态系统联系成一个有机的统一整体。它们共同维持着生命的存在和繁衍，推动着生态系统的演替和发展。

第三节　生态系统的平衡与失调问题

生态系统是一个开放的、动态的、多层次的复杂系统，各种能量和物质不断地输入、输出，不停地运动、变化。随着生态学的不断发展，人们逐步认识了生态平衡的概念、失调问题及原因，掌握了保持生态平衡的规律。

一、生态平衡的含义

生态平衡是随环境问题的产生而日趋受到人们重视的一个现代生态学理论。目前，人们认为生态平衡是指一个生态系统发展到成熟的阶段，它的结构和功能，包括生物种类的构成、各个种群的数量比例以及能量和物质的输入、输出等都处于相对稳定的特殊状态。在这种状态下，能量的输入和输出相当，动植物的数量相对衡定，生产者、消费者、分解者的营养结构比较完整，食物链关系合理、和谐，能量流动符合金字塔营养规律。也就是说，只有当生态系统出现稳定的相对平衡时，系统才能出现“四个最”：有机体个

体数最多，生物量最大，生产能力最高，抗干扰能力最强。总之，生态平衡是生态系统发展演替过程中出现的最佳状态。

二、生态平衡和生态失调的原因

生态系统能够保持生态平衡状态，其最根本的原因是生态系统具有一定的自动调节的能力。这种能力是自然生态长期进化发展逐步形成的结果，是系统内物理、化学、气候等无机因素及食物链等各种生命因素综合作用的结果。生态系统复杂的网络结构是这种调节作用的基础。一般地说，系统的组成成分越多样，能量流动和物质循环的途径越复杂，其调节能力也越强。反之，成分越单调，结构越简单，其调节能力也越弱。但是，一个生态系统的调节能力再强，也是有一定限度的，这个限度叫生态阈限，越出了生态阈限，自动调节能力随之降低或消失，生态平衡就会遭到破坏。具体表现为组成部分缺损或某一组成部分发生变化；能量流动受阻，物质循环中断等。

生态平衡的破坏有自然因素，也有人为因素。自然因素主要是指自然界发生的异常变化或自然界本来就存在的对人类和生物的有害因素。如火山爆发、山崩海啸、水旱灾害、地震、台风、流行病等自然灾害，都会使生态平衡遭到破坏。人为因素主要指人类对自然资源的不合理利用、工农业无计划发展带来的环境污染等。人为因素引起的生态平衡的破坏主要有：一是物种改变。人类有意或无意地使生态系统中某一种生物消失或往其中引进某一种生物，都可能对整个生态系统造成影响。例如澳大利亚原来并没有兔子，后来从欧洲引进了兔子。引进后，由于没有予以适当限制，致使兔子大量繁殖，遍布数千万亩田野，在草原上每年以70英里的速度向外蔓延。该地区原来长满的青草和灌木，越来越少，田野一片光秃，土壤无植物保护而被雨水侵蚀，造成生态系统的破坏。澳大利亚政府曾鼓励大量捕杀，但不见效果，后来不得不引进一种兔子的传染病，使兔群大量死亡，总算将兔子的生态危机控制住了。二是环境

因素改变。工农业的迅速发展，有意或无意地使大量污染物质进入环境，从而改变生态系统的环境因素，影响整个生态系统，甚至破坏生态平衡。三是信息系统的破坏。许多生物在生存的过程中，能释放出某种信息素（一种特殊的化学物质），以驱赶天敌、排斥异种或取得直接或间接的联系以繁衍后代。例如某些动物在生殖时期，雌性个体会排出一种性信息素，靠这种性信息引诱雄性个体来繁殖后代。但是，如果人们排放到环境中的某些污染物质与某一动物排放的性信息素作用，使其丧失引诱雄性个体作用时，就会破坏这种动物的繁殖，改变生物种群的组成结构，使生态平衡受到影响。

第四节　生态学规律

生态学不仅是一门解释自然规律的科学，而且也是一门为国民经济服务的科学。要解决目前人类面临的环境问题，必须以生态学的理论为指导，并按生态学的规律来办事。因此，在介绍了有关生态学、生态系统和生态平衡方面的基本知识的基础上，对生态学规律加以简要概括。

一、相互制约与相互依赖的规律

相互制约与相互依赖规律是构成生物群落的基础。生物间的这种协调关系主要分为两类：一是以食物互相联系与制约的协调关系。其具体形式就是食物链和食物网。这种关系本身是建立在一定的数量基础上。或者说，在一个生物群落或生态系统中，各种生物个体的大小和数量之间都存在一定的比例关系。生物间的相互制约作用，使生物保持数量的相对稳定，这是生态平衡的一个重要方面。二是因生理、生态特性的异同而相互制约的协调关系。生物群落中的不同生物种，因生理、生态的异同而占据与之适宜的小生境，也就是说，无论动物或植物，都有一定的生境。如前所述，它们因释放出某种分泌物或激素而表现为共生与抗生。显然，同一环

境中的物种越多，该生态系统也越稳定。例如混交林发生大规模虫害的机率远小于单调林，正说明后者较前者脆弱。

二、收获量要小于净生物生产量的规律

生态系统是可更新、可再生的自然资源。例如，广阔的草原年年放牧，年年常绿，遍地牧草“牛羊吃不尽，春风吹又生”；莽莽林海，年年砍伐，老树伐去新树又长，为人类源源不断地提供丰富的资源。但是，这种“源源不断”是有限度、有条件的。只有在生态系统能量收支相等的情况下才能维持。这就要求我们从生态系统中索取的能量必须小于它自身的生产量，以使它们得到足够的能量和物质补偿，“休养生息”，保持其活力。如果人类的社会经济活动过于强化，超过了生态系统的调节限度，就会出现区域性或全球性的失调现象，给人类造成难以补救的恶果。

三、物质输入输出的动态平衡规律

这里所指的物质输入输出的平衡规律，是涉及生物、环境和生态系统三方面的。当一个自然生态系统不受人类活动干扰时，生物与环境之间的输入与输出，是相互对立的关系。生物体进行输入时，环境必然进行输出，反之亦然。

生物体一方面从周围环境摄取物质；另一方面又向环境排放物质，以补偿环境的损失（这里的物质输入与输出，包含着量和质两个指标）。也就是说，对于一个稳定的生态系统，无论对生物、对环境，还是对整个生态系统，物质的输入与输出总是相平衡的。当生物体的输入不足时，例如农田肥料不足，或虽然肥料足够，但未能分解而不可利用，或施肥的时间不当而不能很好的利用。结果作物必然生长不好，产量下降。同样，在质的方面，也存在输入大于输出的情况。例如人工合成难降解的农药和塑料或重金属元素，生物体吸收的量虽然很少，也会产生中毒现象。即使数量极微，暂时看不出影响，但它也会积累并逐渐造成危害。另外，对环境系统而言，如果营养物质输人过多，环境自身吸收不了，打破了原来的输

入输出平衡，就会出现富营养化现象，如果这种情况继续下去，势必毁掉原来的生态系统。

四、相互适应与补偿的协同进化规律

生物与环境之间，存在着作用与反作用的过程。或者说，生物给环境的影响，反过来环境也会影响生物。植物从环境吸收水和营养元素，这与环境的特点，如土壤的性质、可溶性营养元素的量、以及环境可以提供的水量等紧密相关。同时，生物体则以其排泄物和尸体把相当数量的水和营养元素归还给环境，最后获得协同进化的结果。例如最初生长在岩石表面的地衣，由于没有多少土壤可供着“根”，当然所得的水和营养元素就十分少。但是，地衣生长过程中的分泌物和尸体的分解，不但把等量的水和营养元素归还给环境，而且还生成不同性质的物质，能促进岩石风化面变成土壤。这样环境保存水分的能力增强了，可提供的营养元素也增多了，从面为高一级的植物苔藓创造了生长的条件。如此下去，以后便逐步出现了草本植物、灌木和乔木。生物与环境就是这样反复地相互适应和补偿。生物从无到有，从只有植物或动物到动、植物并存，从低级向高级发展。而环境则从光秃秃的岩石，向具有相当厚度的、适于高等植物和各种动物生存的环境演变。如果因为某种原因，损害了生物与环境相互补偿与适应的关系，例如某种生物过度繁殖，则环境就会因物质供应不及而造成生物的饥饿死亡，从而进行报复。这就告诉我们，人类必须按自然规律办事，否则自然界就会对我们和子孙后代加以惩罚。

五、生态系统的整体性规律

生态系统是一个有机联系、互相制约的整体，某一成分发生变化，必然引起其他成分发生相应变化，“牵一发面动全身”。因此，在处理生态问题时必须具有全局观念。改造自然的活动，必须周密考虑可能给整个生态系统造成的影响，权衡利弊，切不可贪小利而毁大局。

六、生物群体自我稀疏规律

在一定的生存空间里，当某种生物的增长达到一定极限后，便自动出现死亡多于新生的趋势，这就是生物群体的自我稀疏规律在起作用。我们应该掌握这一规律，适时收获经济植物和动物，防止它们自生自灭，浪费资源。

以上介绍的几条生态学规律，是生态平衡的基础。生态平衡以及生态系统的结构与功能，又与人类当前面临的人口、食物、能源、自然资源、环境保护五大社会问题紧密相关。图3—3概括地表示了它们之间的相互关系。

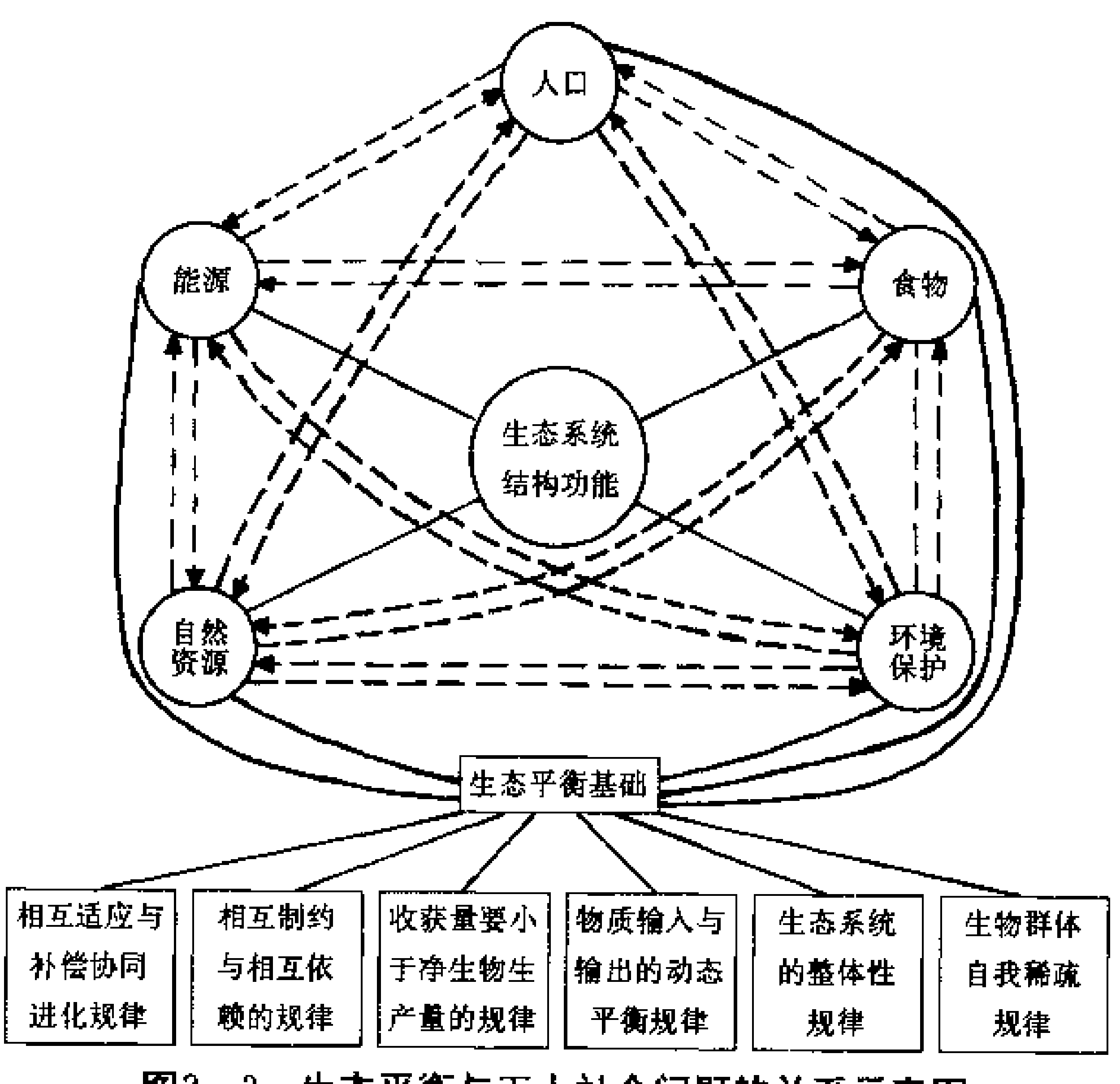


图3—3　生态平衡与五大社会问题的关系示意图

第四章　人类生态系统与人口问题

人类环境并非简单的一种生存空间的概念。在这里不仅具有供人类生活和繁衍所必需的新鲜空气、清洁水源、肥沃土地等客观条件，而且还为人类的生产劳动和经济发展提供丰富的物质基础。就是在这个基础上，人类通过伟大的创造和辛勤的劳动，谱写了数千年的进步历史和建立了现代的文明。人类生态系统就是人与自然相互关系的产物。在这个系统中，人口是最主要的、最根本的因素。因此，本章除介绍人类生态系统的概念、结构等以外，还着重讨论人口增长的内在关系以及人口增长对生态平衡的影响。

第一节　人类生态系统

目前，生态学已扩展到人类生活和社会形态等方面，把人类列入生态系统中，来研究并阐明了人类在自然界生态系统中的地位和作用。把生态系统所具有的高效模型，模拟到人类社会，研究整个生物圈内生态系统的相互关系问题。

一、人类在生态系统中的地位和作用

从生态学角度看，人类也是有机体。如同任何有机体一样，是依附于环境的充满生机的群落中的成员。对生态系统其他成员而言，人类也是一种环境因素。因为一个因子以外的诸因子都可以视为该因子的环境因素。但是，人类却不是一般的群落中成员和一般的环境，人类大大超过了这一点。就人类的行动与才智而言，文化的发展把人类提高到局限的生物群落的狭窄界限上，成为有意识的自然改造者。人类以无以伦比的效率干预自然，并建造自已喜欢的

新环境。

在生态系统中，人类对自然的干预是强烈的，人类不断把自己的意志灌人生态系统活动中，促进为人类索取更多的产品。人类意志的干预，可促使生态系统正常而加速发展，但也由于人类错用自己的才能，特别是在未能认识到生物与环境的相互关系及其意愿未受到责任感的约束时，常常会干扰甚至毁坏地球上的生境。如前所述：过度地毁林开荒，造成绿色植物的减少，使生物群落活动失去物质与能量来源；过度毁草种田，造成草地严重沙化；过度围湖造地及水质污染，造成水生动植物种量减少；过度施用化学药剂，杀伤天敌，会使某些昆虫泛滥，等等。

人类对自然界生态系统的干预也会造成良性循环。当人类认识到生物与环境，生物与生物相互关系后，会自觉地利用其规律，营造人为的好环境。比如，有些地区在平地开辟农田，种植农作物；住宅周围种植多种果树和树木；村庄路旁空地栽培各种植物；有些植物又能喂猪，饲养羊、牛，粪便可作肥料；村寨附近开辟鱼塘，山上种植树木。山、水、林、田、路、村构成了一个很协调的人工生态系统。

总之，随着人类智慧、文化和科学技术的发展，人类在自然界生态系统的作用越来越大，人类的活动扩大到生物可以生存的整个自然界（生物圈）。在人类所起的作用中，包括了对人类自身有利的和不利的方面。因此，必须树立全面的生态观，协调好人与自然的关系。

二、人类生态作用的基本特点

当前人类社会对生态的影响已具有全球规模，表现出以下一些特点。

社会性。人类利用和改造自然界并不是以个体而是以一定的社会团体为单位，在一定的社会联系和社会关系范围内进行，通过社会生产劳动对生态过程发生作用。

必然性。人类活动必然引起自然界的变化，并随着生产规模的扩大，引起自然界的变化也越来越大。人类在自然界建立了一批又一批与自然生态系统不同的人工生态系统。有人造森林、人工草场、高产农田、水产畜产品和家禽养殖、菌类和有益昆虫养殖等，还有城市生态系统、乡镇生态系统。人类对生物圈的干预已打破了生物圈原有平衡，建立了新的自然过程和新的自然平衡，创造了一个新的智慧圈（或称技术圈）。“智慧圈”的出现意味着人类的作用使地球发展史进入了一个新的阶段，人的智慧和知识将决定这个阶段的发展方向。

相关性。是指人类社会的发展与自然生态系统的整体性、统一性。人类的实践如果违背这种相关性就会引起两者的冲突。只有通过调节人和社会的运动，建立起相应的社会组织形式、制度、政策与之相适应；培养出高文化、具有创造力和责任感的人的群体与之相适应；处理好生物圈、智慧圈之间的关系，等等。才能使人类活动更加符合客观规律，并加以解决环境问题。

协同性。即人类与地球共同进化。人类社会与自然界是相互联系、相互制约、相互渗透交织在一起不可分割的。因此，必然共同进化。人类在建设高度的物质文明和精神文明的同时，必须维护健全的生态过程和可使人类永续利用的生命维持系统的繁荣。

加速性。人类社会活动从总的来看是加速了自然界进化过程，使之朝着有序化方向发展。人类在从事农业和畜牧业过程中，按自己的需要选育了约上千种动植物新品种，极大地加速了生物进化过程。同时也加速了自然生态的无序化。因此，为了人类自身的进步，必须按照生态平衡的规律利用和改造自然，在发展经济的同时，大力加强环境保护，即防治环境污染和生态破坏，改善环境质量，搞好自然保护。

三、人类生态系统的结构

从上述分析可知，人类生态系统是以人类为主体的生命系统与

环境在特定空间的组合，是人与自然相互关系的产物，是人类有目的改造的结果。人类生态系统除包括自然环境和人工环境外，还包括以下方面。

社会经济环境。它主要包括社会生产方式、生产工具、生产关系发展水平，以及政治体制、经济体制、文化教育、科学技术和管理等要素。

生态经济系统。它是生态系统和经济系统相互交织、作用和偶合而成的复合系统。任何社会，为了人类的生存，必须进行简单再生产，而为了社会的发展，就要进行扩大再生产。人类的这种经济再生产，需要从环境中取得资源，再经过一系列劳动加工，把资源转化为社会经济产品，以满足人类社会生存、发展的需要。在整个经济再生产过程中，经过生产、分配、流通、消费等环节，将废物排入环境，这是人类社会的能量交换和物质循环过程。自然环境有自身的运动、发展规律，也进行着自然再生产过程和自然界的能量交换、物质循环。经济再生产过程、自然再生产过程和人类自身再生产过程交叉在一起形成了生态经济再生产的过程。自然再生产为人类经济社会的存在和发展提供了自然物质基础，是经济再生产的基础和前提。经济再生产是确保社会再生产得以不断发展的基础。人类自身再生产，从生态意义来说是种群再生产；从社会经济意义来说，是劳动力的再生产。人既是生态经济系统的生产者，又是特殊的消费者。人口增长的速度和人口素质提高都会对自然再生产和经济再生产带来影响。因此促使人口、资源、环境的协调发展，建立良好的生态经济系统，成为实现可持续发展的一个重要课题。

第二节　环境人口容量与人口发展状况

从人类生态学的观点看，人类是生态系统中的一个特殊的消费者，位于生态金字塔的顶端。人口的增长和任何生物种群的增长一

样是有限度的，因为地球负荷量是有限度的。虽然人类可以改造环境，增强环境的负荷能力，但也是在一定限度之内，人类所居住的地球的资源毕竟是有限的。因此，人口问题是当今世界面临的重大问题，人口的急剧增长已引起人们的广泛关注。

一、环境人口容量

环境人口容量是指一个国家或地区在不降低将来发展能力的情况下，可以承载的最大人口总量。它与许多条件有关。如果一个地区的居民采用高消费生活方式，能源和资源消耗量高，其环境人口容量就低；技术进步可以节约资源和能源，因此可以增加人口容量。环境人口容量包括生理环境容量和社会环境容量，前者指在一定技术条件下可以维持人口长期生存的最大数量；后者指在某种社会制度下和相应的资源消耗模式下能长期维持人口生存的最大数量。

环境人口容量的估算要参照生物圈的生物生产量、人均营养要求、生活和生产力水平、资源系统支持能力等一系列复杂数据，是一项庞大的全球规模的或者是国家和地区的研究工程。所以实际计算有限人口容量时需要考虑许多因素，计算方法存在很大争议。以不同技术条件下每平方公里陆地可以承载的人口数量作为分析基础，即渔猎时期土地承载能力为0.02—0.03人/平方公里，畜牧业时期为0.5—2.7人/平方公里，农业时期40人/平方公里，工业时期160人/平方公里。如果根据稀缺资源的消耗进行计算，设今后每万元工业产值耗水160立方米，人均GNP达到1万美元时工业产值占90%，可知工业用水244立方米/人·年；设人均粮食500公斤，人均农业用水为505立方米/年，城市人均生活用水为176立方米/年，农村人均生活用水109.5立方米/年。以中国为例，根据中国大陆地表水资源总量26500亿立方米，扣除部分不能完全利用的因素，环境人口容量也为近16亿。更为复杂的计算还可以考虑许多其他资源供给的限制。但是，不同计算方法的计算结果却比较一致，大多认

为中国的环境人口容量约为16亿。

关于全球环境人口容量的计算，1982年世界观察研究所提出应为60亿左右；而当前为全球普遍采纳的地球人口，承载力是80亿。

二、人口发展的基本状况与特点

20世纪下半叶以来，全球人口爆炸，据统计，世界人口正以日增25万人的速度飞速膨胀，而在中国，每过1.8秒钟，就有一个孩子出生，人口年增1700万左右。而地球上的动植物却日减160种的速度不停的消失，耕地面积也在急骤地下降，造成食物匮乏，环境破坏。因此，我们必须对人口的发展状况有一个全面的了解，以便更好地控制人口发展，以缓解同自然环境之间的矛盾。

首先，人口爆炸式的增长。人类社会初期，人口增长很慢，公元前7000—6000年，世界人口是500万—1000万，到公元1年时，世界人口已增至2亿—4亿。人口增长到17世纪开始失控，1830年左右，世界人口达到10亿，1930年达到20亿，1987年50亿，到目前为止，世界人口约55亿人，估计到2000年将达到63亿人，到21世纪末时，达到102亿人。在90年代这10年里，地球将增加了一个相当于印度的人口。

从人口平均每年净增量来看，1950—1960年间，平均每年增加约5000万人；1960—1970年间，为6000万人；1970—1980年间，为8000万人；1980—1990年间，为9000万人。

第二，人口分布不均。从人口增长密度的区域来看，主要是发展中国家高于发达国家。从联合国公布的人口信息表明，在50年代—70年代，发展中国家和地区的人口增速都高得惊人。1950—1960年间，发展中国家和地区的平均人口增长率高达2.1%，1960—1965年达2.3%，1965—1970年达2.45%。中国在1965—1970年间，人口年平均增长率为2.6%，是建国以来人口出生率最高的5年，当时人口已达7.3亿。70年代后，由于实行了计划生育政策，从1970—1990年的20年间，人口年均自然增长已降至1.56%。近年来，中

国人口出生率已基本控制在1.7%左右，增长率在1.1%左右，处于发展中国家与发达国家之间，低于世界平均水平很多，已属于较低水平国家之列。但我国的人口基数庞大这是实事。在50年代—60年代，人口增长最快的是非洲和南亚，目前非洲人口占世界人口的12%，到2050年将增到27%，亚洲占世界人口的一半，拉美国家人口占10%。而发达国家人口占世界总人口的比例，将从1990年的23%降至2050年的13%。

第三，年龄结构两极分化。通常经济发达地区的人口基本老化，发展中地区人口尚处于年轻型。最老的是欧洲，最年轻的地区是非洲。目前中国人口还处于成年型，但是也将跨入老年型，进入老龄社会。这是中国人口出生率持续下降的必然结果。而且进入21世纪之后，中国老龄化的速度还继续加快，老龄化程度也会越来越深。

第四，人口向城市集中。随着人口的激增和工业的发展，人口不断向城市集中。大城市迅速扩展，城市人口比重日益增大。据统计，非洲国家1/3的人口、中东和北非全部人口的27%都住在首都。由于城市人口的过快增长，使本来就很拥挤、恶劣的城市环境变得更加拥挤和恶劣，由此引发的环境问题也更加复杂化。

第三节　人口剧增对自然环境产生的影响

全球人口剧增，已酿成一系列的人口问题。一方面使经济再生产从环境中获取的资源大大超过环境系统的资源再生能力，造成自然资源的退化和枯竭；另一方面，经济再生产和人口再生产排人环境的废弃物远远超出了环境的容量，造成了生态的严重破坏和环境的污染，从而影响了经济的持续、健康发展和人类生存的条件。

一、人口剧增对土地资源的压力

土地是人类获取生物资源的基地，也是人类生存唯一适宜的环

境。人口的剧增，使土地资源受到的压力愈来愈大，在全球1.49亿平方公里的陆地面积上，只有1/4的面积适于耕种，1/4的面积适于放牧。据统计，1990年，全世界共有耕地13.5亿公顷，人均0.255公顷，而且分布很不平衡，某些人口较少的发达国家占有耕地较多，如美国人均耕地0.75公顷，澳大利亚2.85公顷；而大量人口众多的发展中国家却面临着巨大的压力，使这些国家的饥饿问题长期得不到解决。当前的形势是，一方面人口剧增，而另一方面耕地又因污染、盐碱化、水土流失、沙漠化和城市、道路、工业、建房用地等因素急剧减少。这种严重的恶性循环，给土地带来的压力是可想而知的。根据有关资料记载：在70年代初，平均1公顷耕地养活2.6个人，到2000年需要养活6.6个人。

二、人口剧增对自然资源的影响

为了供养日益增长的庞大人口，需要不断扩展耕地面积和不断增加林产品的产品，这势必会对森林资源造成巨大的压力。从全球范围来看，森林面积一直在急剧减少，仅热带地区每年就有750万公顷原始森林和380万公顷成熟林被砍伐，在世界上其他大部分地区，森林也在不断遭到砍伐和破坏。今后随着人口的增加，森林面积还将不断减少。

在人口剧增、粮食短缺的压力下，草原早已成了开垦的对象。特别是温带草原，如美国的普列利、独联体的俄罗斯草原以及中国的内蒙古的许多地区，都已被开垦，结果使大片草原退化，造成了土地沙漠化。据联合国环境规划署的估计，世界每年由于沙漠化而失去600万公顷的土地，世界沙漠化面积占全世界陆地面积的1/3。

庞大的人口对水资源也形成了巨大的压力，地球上的总水量有14亿5千万立方公里，其中海水97.2%，陆地淡水只有2.8%，可利用淡水只占0.01%。但是由于人类的过渡开发和严重污染，造成水资源的严重短缺。目前全世界已有60%的陆地严重缺水。而人口增长又使淡水资源的消耗量以每年3%的速度在递增，到2015年全球

淡水总需量将达到8500立方公里，进一步会加剧淡水资源的短缺。

随着人口的增长和生产力的发展，人类对能源的需求量不断扩大，能源紧缺已成为当今世界带普遍性的问题。由于人口的剧增，为满足其众多人口的基本生活需要，便掠夺性地开采仅有的矿物资源，使矿产资源的储量大为减少，有的甚至趋于枯竭。据最新估计，世界煤炭可开采年限为330年，天然气可开采年限为55年，而石油资源可开采年限仅为50年。

第四节　人口剧增对社会环境的巨大压力

由于人口的急剧增长，使人类自身的发展遇到困难。可持续发展的核心是人的发展，而人的发展是以物质生活质量提高为基础的，客观反映就是人均GNP水平要有不断发展，但这种发展是建立在人口数量的控制和人类自身素质不断提高上。目前，世界上不少国家不得不选择以牺牲资源和环境质量来维持迅速增长的人口生存的基本需要，使人口增长与经济发展、资源利用的矛盾十分尖锐，对社会发展产生巨大压力，出现了一系列的社会问题。

一、人口剧增造成粮食短缺

20世纪，世界人口增长的速度不断加快，特别是第二次世界大战以后，每37年世界人口就增加一倍，再加上经济高速增长的需要，使世界范围内粮食供应受到前所未有的沉重压力，粮食短缺日益明显。很多发展中国家，特别是非洲国家，粮食增长速度赶不上人口增长速度，按人口平均食物消费水平不仅低下，而且呈下降趋势。粮食问题已成为不少发展中国家面临的一个共同难题。据联合国统计，近年来全世界只有半数国家的粮食能够自给；其余国家均短缺，其中有26个国家特别严重，不少国家约有一半的粮食依靠进口。

目前看来，不论是发达国家还是发展中国家，增产粮食的途径

主要在于提高现有耕地的单位面积产量；其次则是开垦荒地和扩大耕种面积。实践证明，开垦荒地往往由于无知而破坏生态系统的平衡受到了大自然的惩罚。提高单位面积产量的措施除了推广优良品种，改良土壤和机械化耕作等方法之外，便是大量施用化肥和农药。后者已成为污染环境的重要因素之一，对人类生活造成很大的危害。因此，为了今后经济的发展，必须降低人口增长速度，提高人均粮食占有量。

二、人口剧增使人类生存空间缩小

人生活在地球上，就必须有一定的生存空间。而人口的急剧膨胀，使我们的生存空间正在不断地缩小。在地球上，70%左右的表面为水所盖，在全球1.49亿平方公里的陆地面积上，除去山岭、沙漠等所占土地，留给人类可耕种和生活的土地只有1/4。但目前人类每年增加9700万人，如果按此速度发展下去，到2050年将突破100亿，几百年后，世界人口将会成为天文数字，那时，人类连站立的地方可能找不到了。

随着人口的剧增，使房屋建筑远远赶不上人口增加的要求，致使居住环境拥挤，卫生条件低劣。而新建住宅的80%都被新增加的人口抵消了。人口的增长给人类聚居带来的另一个直接影响就是对生态环境的严重破坏，这种破坏降低了我们的家园——地球的可居住性，也加重了环境污染。

三、人口剧增造成交通紧张

人口剧增的结果，是使大量人口拥向城市，使城市的交通管理、教育、安全、卫生设施、废品处理、食品供应等一系列问题难以解决。今天，城市交通已是构成城市环境污染的重要因素。它给城市带来了严重的噪音和空气污染。

城市交通拥挤问题还反映在交通道路不畅上。实质是由于人口过份集中使汽车的需求量之大远远超过交通设施的承受量。汽车和道路矛盾的后果是交通堵塞和车祸倍增。因此，有效的控制人口才

是解决交通拥挤的根本出路。

四、人口剧增造成就业困难

由于人口增长，土地资源有限，造成大批农村剩余劳动力涌入城市，特别是在发展中国家，近年来陆续有几百万、几千万的大城市先后崛起，导致了城市就业问题更加突出。目前，发展中国家人口年龄偏低，15岁以下少儿人占总人口的40%左右。劳动力供给人口基数大，增长快，与有限的就业需求之间形成了尖锐的矛盾，不仅存在大量的公开失业人口，还存在着难以计数的隐蔽性失业大军。如中国在1990年15岁—60岁（女性55岁）的劳动年龄人口就达6.72亿人，全国城镇需要新就业的劳动力达3000万人，平均每年需要新安置600万人就业，再加上现有的几千万城镇剩余职工和大量来自农村过剩劳动力，城市的就业问题在相当长一段时间里将是一个严峻的社会问题。

五、人口剧增与社会安全问题

人口的剧增势必会对社会的可持续发展产生消极的影响。由于人口过快增长，使劳动力过剩，造成就业困难，大批劳动力失业使社会秩序难以维持。由于失业而引起生活困难、居住条件恶化，便会产生一批看不到希望、走向颓废的犯罪分子，使社会环境动乱不安。据南森著《城市增长的挑战》一书介绍，犯罪率和城市的大小、人口密度的高低成正比关系，就像阶梯一样一步步地往上跨，当城市人口超过75万时，犯罪率也出现一个新的突破，尤其是抢劫、殴伤、强奸的数字是成倍上升，工厂怕被盗、银行怕被偷袭、老百姓怕被抢，严重影响工商界人士的再投资行为。

综上所述，人口超大规模地过速增长，给人类生态系统带来的压力是巨大的、多方面的，甚至是无法承受的。在现时代，没有什么问题比人口猛增对地球环境的威胁更大。切实、有效地控制人口，是解决当前世界性环境危机的“症结”，也是保护和改善环境的基本条件。

第五节　控制人口规模　实现可持续发展

自然界是人类生存和现代经济社会再生产的物质基础和前提，人类必须和大自然保持和谐的关系。但是，人口数量的迅速增长对生态系统的巨大冲击，已经严重地制约了地球生物圈的持续发展的基础。因此，当代人类必须严格控制自身的增长，把人口数量控制在生物圈的承载范围之内，只有这样才能实现可持续发展。

一、加强宣传，树立全球人口控制意识

世界人口剧增的背后，有其自身的人生哲理，传统观念和历史错觉在起支配作用。控制人口增长必须开展全球性的宣传活动，说明控制与不控制的利和害，树立全球控制人口增长的意识，特别是发展中国家，这一点尤为重要。要树立全球控制人口增长意识，必须要充分认识到人与自然的关系是对象性关系，人是认识自然、改造自然、调节和控制自然的主体和施动者，同时，人又是大自然的受动者，自然界作为人的无机的身体，人作为自然界的一部分，自然界的整体性、系统性又制约着人，自然规律以它的客观必然性，不管人们是否认识它，是否利用它，它都在自发地起作用。可以说，过去人类与自然不协调的一系列问题，尤其是人口问题，往往是由于人这个主体在观念上的失误有关。早期人类在观念上那种与自然之间主客不分、混淆不清、不分你我的统一，不是科学的统一观，那时的人类仍是盲目必然性的奴隶。近代以来随着科学技术的发展，社会生产向深度和广度进军。人们向大自然开战。天人相分，人类自称为大自然的主人，想使人从自然彻底分离出来，并肆意去向大自然索取，向大自然乱抛废物时，大自然都一次次地报复了人类。自然规律告诉人们，人与自然的统一破坏不得。因此，必须加强可持续发展伦理、道德教育与宣传，逐步将环境保护、控制人口增长、合理利用资源等纳入民众教育内容中，提高民众的人口

意识、资源意识，实现经济社会的可持续发展。

二、处理好发展与人口、资源和环境的关系

发展是关键。发展特别是可持续发展，是人类对未来追求的目标。发展是硬道理，没有经济的发展，其他问题无从谈起。但发展是既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要构成危害的发展；是合理开发利用资源与环境的发展。为此，必须处理好人口、资源、环境三者之间的关系。在这三者中，人口是核心，资源是基础，环境是条件。离开了人口这个核心，就无需讨论发展是否可持续。人口问题既有控制增长与消灭贫困的问题，又有提高人口素质与健康水平，增强人的资源环境意识，提高人的合理开发利用资源与环境的能力问题。但对人口问题的处理，又依赖于资源、环境的状况。相对于人类而言，资源是基础，环境是条件。而且由于人口规模及其生活质量的限度和生存空间的展布，归根结底取决于资源的承载能力与分布；环境问题也根源于资源的利用是否合理及自然变异的状况，因而在“人口——环境——资源”的大系统中，资源则处在基础的地位。离开资源基础，就很难把人口问题、环境问题解决好。只有处理好发展与人口、资源和环境的关系，才能真正实现经济社会与资源环境的协调和可持续发展。

三、严格控制人口数量，提高人口质量

过多的人口尤其是低素质的人口会造成一系列的社会问题，因此，有效从严控制人口增长，提高人口素质是未来经济、社会发展战略的重要内容。

首先，根据人口现状和经济发展水平，把控制人口出生率、提高人口素质和防止人口老龄化通盘加以考虑，制订一个合理增长、提高质量、优化年龄结构的综合人口方案；加强对目前人口状况和人口动态的研究分析，为人口控制、人口就业、人口迁移与城市化等正确决策提供依据；加强国际合作，为社会开展信息教育和交流活动提供机会，提高公众的参与意识；加强政府的人口管理职能，

明确职责，建立协调管理机制。

第二，在努力控制人口数量的同时，大力发展教育，提高公众的科学文化水平。人口素质提高了，就能充分发挥积极性、主动性，就能合理利用自然资源，较大幅度地减轻人口对资源和生态系统的压力，为持续发展创造一个宽松的环境。特别要扩大妇女受教育和就业的机会，作为母亲和未来的母亲，妇女人口素质的提高对降低人口数量和生态系统的压力有重要特殊意义和作用。要使人口的数量和质量得到合理的增长，这主要取决于人的文化素质，因为许多实证研究证明：一个国家或地区的文化水平与其人口的质量成正比，与其人口的数量成反比。因此，提高人口素质，必须要大力发展教育事业。

第三，提高科学文化素质和伦理素质，创造高度的生态文明，实现社会平等。要全面建立生态文明，这就要改善生态系统，使之良性循环。人类是生物圈中的一环，人类必须自觉地把自身置于整个生物圈的相依相存的网络中，在自身的发展活动中积极而主动地促进生态系统的良性循环，从而创造高度的生态文明。这必然受制于人的科学文化素质和伦理素质：因为只有科学地把握了自身在生物圈中的地位和作用，人们才会自觉地建立和遵守人与自然的新伦理关系，并主动调整和改善其他有关的各种关系。

要充分实现社会平等。为了避免经济——社会的“无发展的增长”，就必须使经济的增长惠及全体人民，以防止出现有效需求不足和生产能力过剩并存的现象，防止损害平等的社会契约关系，保证社会的安定有序，保证经济——社会可持续的发展，这自然离不开人的文化素质，现代伦理道德素质和心理素质。因为只有具备了良好的文明素养、伦理追求和健康心理，才能保证更多理性化和规范化的行为，才能促使人们真正自觉而坚定地遵守、维护可持续发展须臾不可缺少的公共生活伦理。

总之，人口素质是一个国家或地区在一定社会生产方式下人口

群体的德智体各种指标的总和。其中文化科学素质是人口素质的核心。一个国家的现代文明水平，首先取决于这个国家的人口文化科学素质水平。因此，必须坚持优生优育，控制人口数量，提高人口质量。从根本上改变人口素质低的现状。

四、大力提倡适合于环境承受力的消费方式

地球的人口负载量和人的平均消费指数是相关的，人类社会对自然环境的消费指数越高，这个极限值就越小。因此在控制人口的同时还应要求较富裕的人们根据地球的生态条件调整自己的生活方式和消费方式。如一个美国人一生中对地球的消耗和损害相当于穷国贫民的20—100倍，一个美国富人产生的损害可能达1000倍。美国人口占世界4.8%，却使用和挥霍了世界1/3的资源，产生了世界1/3的污染。可以说发达国家的高消费是以牺牲发展中国家的资源和福利来实现的。适度消费绝非反对社会消费水平的提高，而是主张在整体上提高人类的消费水平，要把世界上贫困人民的基本需要——粮食、衣服、住房、就业等，放在特别优先的地位。要在广大民众尤其是富裕阶层中提倡合理消费，反对享乐主义，在生态系统负荷能力允许的范围内改善生活质量。提倡有益于资源保护、环境保护，有益于人民身心健康和社会公正的、有节制的，适合于环境承受力的消费方式，注重物质消费和精神消费的协调，引导人们走向真正的消费自由。

五、增强环保意识，逐步实现产业生态化

要解决人口增长与环境的矛盾，在控制人口数量的同时，必须增强环保意识，实现产业生态化。所谓产业生态化，就是把作为物质生产过程主要内容的产业活动纳人人类生态系统中，运用现代生态化技术改造和重组经济结构，把产业活动对自然资源的消耗和环境的影响置于人类生态系统物质、能源的总交换过程中，不仅要达到社会经济系统中社会总供给和社会总需求水平的平衡，实现人类生态系统的良性循环与可持续发展。发展产业生态化，必须调整产

业结构，大力发展以改善农业生态环境为基础、以节地节水、再生能源、良种推广、提高单产等内容的生态农业。工业生产也应走低消耗、低污染、高产出、高效益之路，以高新技术产业为龙头，加快对传统产业的改造，大力扶持环保产业。同时大力发展第三产业，并使人们树立有利于环境保护的绿色消费观念。

第五章　农业生产与生态环境

农业是为人类提供食物和其他生活资料的物质生产部门，也是人类历史上最早出现的生产部门。在人口增长和食物需求的刺激下，农业迅速发展，已经经历了几个阶段的飞跃。但是，农业的发展，一方面满足了人类食物需要，另一方面又带来了一系列生态环境问题。为了从根本上解决农业发展与生态环境的矛盾，摆脱现代农业的困境，兴起了生态农业，并在生态农业的理论研究和实践方面取得了突破性的进展。当前又提出了持续农业的思想。

第一节　农业发展的历史进程

人类的生存和发展，人体生命活动的维持，要依靠种种环境因素，更需要种种食物，其中又以粮食为主。无论是过去、现在和将来，粮食在人类的食物中一直起着主导作用。因此，发展农业增加粮食生产则是人类获得食物的主要途径。

一、农业发展的历史阶段

农业的发展大体经历了以下几个阶段：

原始农业。原始农业大约始于1万年前的新石器时代末期。原始农业的特征是，生产工具主要为石、木工具，动力则靠人力劳动。原始农业的耕作方法和生产技术都很粗放，所以在耕作制度上分别是具有长期休闲的游耕、具有短期休闲的游耕和游牧。原始农业后期，才逐步形成农牧混合的生产结构，并逐步从游牧经济向村落经济发展。据历史记载，中国、埃及、古巴比伦和印度是定居最早的民族。

传统农业。传统农业是在继承、改造原始农业的基础上发展起

来的，从世界范围看，这个阶段大约经历了2000多年，是从奴隶社会过渡到封建社会，一直到资本主义工业化以前这一时期的农业。但由于各个国家和地区的社会历史条件、自然条件不同，传统农业的发展过程也是有差异的。传统农业的基本特征是：广泛使用铁器农具和畜力，并且利用水力、风力等自然力；以多种形式的耕作制度和自给自足的自然经济为主，半商品化农业和城市经济也逐步发展起来；传统农业科学技术开始形成和发展。

现代农业。一般是指18世纪欧洲产业革命以后，特别是第二次世界大战以来，随着科学技术的迅猛发展和对农业生产的渗透与应用，促使农业生产技术不断革新，农业的产量和质量方面均有显著增进。也就是说，现代农业是在现代工业和现代科学技术基础上发展起来的农业。

二、现代农业的发展

现代农业的基本特征是，向农业投入较多的物质和能量，并加入科学技术的因素，使农业从以经验为基础的劳动密集型产业逐步转化为以自觉应用科学技术为基础的知识密集型产业。或者说，现代农业是利用优良品种、机械耕作、化肥、农药、灌溉技术、科学管理以及生物技术等现代科学技术手段面进行的农业生产。现代农业的发展过程主要表现在以下几方面。

农业机械的应用与革新。19世纪初，欧美各国由于机械工程和钢铁工业的进步，各种机具相继发明，为农业机械的发明和应用奠定了基础，农业机构化不断地发展起来，使农业生产的技术基础发生了重大变革。1831年发明了割草机，1833年发明了脱粒机，1870年开始试验第一台蒸汽拖拉机，到1900年创造出第一台汽油拖拉机。如美国，1910年农业拥有的总动力中，畜力占76%，面机械力占24%；1940年畜力所占比重下降为6.5%，面机构力所占比重上升到93.5%。每个农业劳动力所拥有的机械动力，由1910年的0.5马力提高到1940年的16马力，增长32倍。据测算，从1870年到1975

年的100年左右时间，美国的农业劳动生产率提高了12倍。

化学肥料及农药的发明与应用。1913年前后，德国物理化学家哈伯发明氨的直接合成法，并投入生产。合成氨工业的发展，促进了整个化肥工业的发展。化肥与农药的发明和应用，是促使现代农业向前发展的重要方面。1850年开始使用磷肥，1880年广泛使用钾肥和磷肥。本世纪60年代以来，从生产氮、磷、钾单一肥料转向以生产复合肥料为主，浓缩肥料和液体肥料的品种不断增加。在大量使用化肥的同时，已普遍使用除草剂和高效低毒农药。使整个世界的各种作物的单产均有大幅度提高。

遗传研究和品种改良。良种是农业生产的要求，是增产的内在因素。长期以来人类对良种的选育都很重视，但重大的突破则来自现代遗传学理论与新技术的应用。在农业上，人们应用遗传学理论来指导育种，收到了很大的成效。1921年，美国采用遗传育种育成了第一个双交玉米种，1936年以后在美国大面积推广，使玉米产量大幅度上升。1961年，墨西哥国际玉米和小麦改良中心，将矮生基因成功地引人高产小麦品种，育成了“墨西哥小麦”。1965年，菲律宾又育成了高产矮杆水稻品种IR－8。这两种品种的成功育成，使粮食产量成倍增长，成为农业科学史上的重大突破，被誉为“绿色革命”。“绿色革命”在发展中国家推行后，产生了巨大的经济效益。目前，发展中国家种植小麦15亿亩，其中2/3以上的面积是采用“绿色革命”的育种成果。

总之，科学技术进步是发展农业生产、推动农业现代化的强大动力。科学技术的应用，促进了现代农业的机械化、科学化和社会化。

第二节　现代农业面临的困境

现代农业主要是沿着工业化的方向前进的，所以也称“工业式农业”。它的发展速度快，成绩很大，尤其是大幅度地提高了土地

生产率和劳动生产率，是传统农业所无法比拟的。然而，现代农业是以机械化、化学化为其主要特征的，而机械化操作、大量化肥和农药的使用都需要投入大量化石能源。所以，也把它称之为“化学农业”或“石油农业”，这就使农业在发展中面临着一些新的问题。

一、加剧了能源危机

现代农业原是在石油价格比较便宜的条件下发展起来的。西欧、北美等发达国家利用廉价的石油、天然气和电力，使农业高速发展。而这种局面一旦形成，就不容易变更。所以，在能源价格不断上涨的情况下，这种高能耗的农业，不仅造成农业成本提高，也使农业过分地受制于能源等工业部门，容易造成农业的不稳定。例如，美国每年用于农业部门的石油达80亿加仑，占全部能源消费的17%—22%，比其他任何部门都多。如果全世界都按美国方式搞农业现代化，那么全世界每年用于农业的化石能源将达4880亿加仑汽油。这样的情况是难以想象的。同时，由于能源价格上升，农业成本随之提高，自1949年以来，美国农业生产翻了一番，而能耗增加了3倍，生产1元的农产品，年均要投资8美元。法国基本上也是走消耗大量石油能源来实现农业现代化的道路，由于国内缺乏石油资源，在70年代世界市场油价上涨的情况下，农业生产成本越来越高，据估算，大量进口石油使生产成本约占总收入的80%。这种以资本和物质高密集的投放为特征的“石油农业”，难以摆脱高成本、高额财政补贴的沉重包袱，这种农业发展模式，不仅发展中国家难以接受，就是发达国家也难以为继了。

二、大量使用化肥和农药，造成严重的农业环境污染

现代农业大量使用化肥、农药等化学制剂，不仅消耗大量能源，而且也直接威胁着食物卫生、生活环境和人畜健康。杀虫剂、杀菌剂、除草剂、激素等都有不同程度的残毒，而且容易在生物体内积聚。特别是滥用农药，害虫可能产生抗药性，害虫的天敌却容易受害，反而使害虫越来越难控制，农药的使用势必升级。大量使

用化肥，不能被作物吸收的硝酸盐和磷酸盐排入水中，使水质受到污染，不仅导致鱼类和其他水生生物死亡，而且当人类饮用这种水时，也深受其害，可引起人的患病和死亡。

农业生产长期、过量地施用化肥，特别是氨态氮肥，土壤胶体上吸附的钙、镁离子会被铵离子代换出来，并随水下渗、流失，从而使土壤理化性质变劣，发生板结，土壤透水、透气性变差，土壤微生物区系发生改变，肥力下降，影响农作物的生长。

三、农业生态系统的平衡问题越来越突出

与污染问题紧密相联、互为因果的是生态平衡失调的问题。现代农业的高度分化，既是生产率的大提高，也使原来相辅相成的因素变成相互对抗的因素。例如，随着大规模“单一种植”农业的发展，使生态系统的食物链、食物网简化而带来不稳定性。机械耕作和化肥、农药的大量使用虽然增加了土地开发和利用效率，但也加速了土壤的流失和沙漠化。目前全球土壤流失量已达每年254亿吨，土壤沙漠化每年大约损失600万公顷的耕地，又以年均增长2100平方公里速度扩展。

第三节　生态农业

随着“石油农业”弊病的充分暴露和传统农业生产力的限制，农业专家和有关人士都在惊呼农业危机，世界各国都在寻找新的农业出路——一种持续稳定发展的农业。认为农业生产离不开生物和环境，生态学理论是指导农业生产的重要基础。为此，以生态学和系统工程理论及定量优化方法为指导的生态农业便应运而生了。

一、生态农业的内容

生态农业是以生态学原理和系统科学方法为指导，因地制宜，实现农、林、牧、渔、加工、运销诸业的有机结合。而又根据具体情况各有侧重，把单纯从自然界索取，转变为把保护、改善、增殖

和合理利用自然资源结合起来。主张按生态经济规律组织农业生产，把经济效益、生态效益和社会效益统一起来，把高效生产系统的建设同生活环境建设统一起来。主要内容包括以下几个方面。

首先，建立农、林、牧、副、渔的综合经营体系，使每种农业生物和农产品、“废物”均能作为另一种或另一些农业生物的原料和饲料，沿着食物链和加工链被多次循环利用、变废为宝，从而形成无废料、无污染和生产系统。

第二，充分利用太阳能，提高绿色植物对太阳光的吸收利用，因地制宜，建立立体结构，把山、水、田联成一个生产整体。

第三，扩大有机肥源，科学地施用化肥，多施有机肥，实行秸杆还田。采用生物固氮技术，改革耕作制度等一系列措施，培肥土壤，保持和提高土壤的有机质水平。

第四，改善农村生活和生产环境，实现山、水、田、路综合治理和坝、库建设，重视病虫杂草生物防治技术和综合控制技术，在严格遵守农村化学使用标准的前提下，不排除化肥农药的适时、适量使用。

总之，生态农业可使农、林、牧、副、渔全面发展，实行农副产品的深加工和土地的精耕细作，使农工贸一体化、产供销一体化，较为理想地实现农业生产的发展、生态环境的保护、能源的节约和再生利用、社会经济效益的提高四个效益的综合统一，比较好的克服“石油农业”所不可克服的种种弊病，为农业生产的进一步发展开辟了新的前景。

二、生态农业的特征

掌握生态农业的本质特征，是进行经营管理和提高效益的关键环节。生态农业系统是一种人工生态系统，它具有以下特征。

整体性。生态学重视系统整体功能，生态农业把整个农业生产经济系统与该系统内部的全部要素和外部的有关要素，按生态规律和经济规律的要求进行调控，要求农、林、牧、副、渔、工、商、

运输诸业组成的综合经营体系整体发展。

协调性。生态学重视系统整体的协调，要求各要素和各子系统之间协调发展，包括生物与生物之间，生物与无机环境之间，区域内森林、农田、水域、草地等之间以及经济、技术、生态环境之间相互有机地配合，并使农村的发展同城市的经济乃至整个国民经济的发展相协调。

综合性。生态农业是综合精耕细作的传统农业和现代生物技术成就，并吸取"石油农业"优点而构成的生产体系，使得生物技术与因地制宜的传统农业经验及工程技术相结合。以发展大农业为出发点，按"整体、协调、循环、再生"的原则，全面规划，调整和优化农业结构，使农林牧副渔各业综合发展，提高综合生产能力。

高效性。生态农业通过物质循环和能量多层次综合利用和系列化深加工实现经济增值，实行废弃物资源化利用，提高农业效益，降低成本，为农村大量过剩劳动力创造农业内部就业机会，维护农民积极性。

可持续性。发展生态农业能够保护和改善生态环境，防治污染，维护生态平衡，提高农产品的安全性，变农业生产和农村经济的常规发展为可持续发展，把环境建设同经济发展紧密结合起来，环境与经济协调发展。因而，它在最大限度地满足人们对农产品日益增长的需求的同时，提高生态系统的稳定性和持续性，增强农业发展后劲。

三、生态农业的基本组成要素

生态农业是保护生态环境、促进农业持续发展以实现农业现代化的良好形式。因此，生态农业作为农业发展和生态环境保护采取的积极战略对策，包括以下组成要素。

首先，农村国土资源的合理开发利用。着眼于包括农业生态系统和自然生态系统在内的整个农村国土，对农、林、草、山、水、园进行因地制宜的规划、建设，扬长避短，发挥资源优势。按生态

规律协调利用与保护、适应与改造的关系，变掠夺性经营为持续利用，使国土资源的潜在生产力得到合理开发，并确保资源再生和生态良性循环。

第二，调整农村产业结构，建设组装大农业。农业生产和整个农村经济的发展是相互促进，互为因果的。在农业内部，变单一农业为农、林、牧、副、渔五业并举；在整个农村经济中，实行农、工、商、运（输）、建（筑）、服（务业）即一、二、三产业的综合经营，并使整个农业和农村经济逐步发展成为区域经济大系统的有机组成部分。这是在资源有限条件下发挥人力资源开发优势，步入生态经济良性循环的有效途径。

第三，发展多种作物种植和畜禽饲养业。多样化的作物、畜禽种类和品种构成极其合理化的时空配置，有助于充分利用农业生态系统内部的多种时空资源条件和潜力，控制病虫害和调养地力，协调社会效益、经济效益和生态效益的矛盾，促进农业生态循环，增强农牧业的稳定性。

第四，立体种养结构，即通常所谓的“立体农业”和共生系统。通过劳动、技能和知识的密集投入，为充分利用有限面积和空间的土肥水、光热气和食物资源，组建具有不同空间层次的农业生物群落结构，达到以较少物质投入提高单位面积产出、效益和资源利用率的目的。

第五，建立种植——养殖——加工配套成龙的生产链。模拟自然界的食物链关系，组建相应的种、养、加工车间，使尽可能多的农业初级产品转换为次级产品和加工产品。通过能量物质的进一步转化，使产品的质量和价值提高，促进商品生产与流通，提高农业效益。

第六，有机物循环。绿色植物合成的一切有机物质，经人类消费及养殖、加工过程后剩余及排出的废弃部分，均归还农田，在分解者的最终参与下使土壤增肥，完成有机循环的全过程。有机物循

环是现代农业增强农业后劲，促进生态平衡，净化环境，提高抗逆能力的有效方法。

第七，优化生产投入。在运用现代科技促进生产发展的同时，采取综合措施防止滥用化肥、农药产生的生态经济后果，以保护土壤肥力，控制污染，降低成本。推行以有机相结合为中心的植物养分综合管理，以合理耕作、轮作、生物防治和品种改良为基础的病虫草害等综合防治体系，和以保护水资源，持续增产为目标的节水农业体系。从简单地增加投入数量到改进投入组合，提高投入效率，最终把外部投入量控制在适当合理范围内，将是整个农业水平提高的标志。

第八，环境控制工程和资源环境管理。围绕建设高产稳产的基本农田，运用工程措施与生物措施相结合的办法，改造易旱、易涝、易蚀、风沙、盐碱以及其他荒弃地，改善农业生态环境；控制农业、工副业、牧业、渔业及农村生活废弃物污染，以及城市、工矿、交通等三废污染的影响，保持农村清新、洁净的水、土、气环境。同时，应建立健全农业环境监测管理的体制与法规，确保资源持续利用，建设优美的农村环境和宜人的农村景观。

第九，农村能源开发建设。从多种途径开发农业生产所需要的能源，保证人口增长和经济发展对燃料的需求，是推行生态农业并取得长远成效的必要条件。因地制宜开发生物质能、日光能、风能、小水电等可再生能源，是农村能源建设的战略重点。从全球生态大环境和长远发展看，主要依靠化石能源满足农村能源需求并不是普遍可行的。

第四节　可持续农业

可持续农业是可持续发展战略的一个子系统，它的内涵应充分体现可持续发展的内容、特征和要求。下面就可持续农业的产生、

主要内容、发展模式和重要特征作一介绍。

一、可持续农业的产生

世界上许多国家的科学家和有识之士，早在70年代就开始注意到现代农业所面临的困境，纷纷发表了各种见解，他们都在调查研究的基础上，提出了许多建议和对策。

1972年6月在瑞典斯德哥尔摩召开的人类环境会议，是人类关注全球环境问题的一个里程碑。会议强调人类任何活动应有完善的生态程序，使重视自然环境和谐的自然生态论形成。在农业领域里随着兴起了替代农业思潮，出现了自然农业、有机农业等许多替代型农业模式。所谓替代农业是对现代常规农业的否定尝试。

1983年11月应联合国秘书长德奎里亚尔的要求，成立了以挪威首相布伦特兰夫人为首，包括21个国家的政治家和知名专家组成的联合国环境与发展委员会。经过数年的努力，该委员会于1987年3月向联合国提交了一份具有划时代意义的报告《我们共同的未来》。报告指出现代农业正在受到包括人口、环境、科技投入、发展中国家农民生活就业问题、社会分配不公、经济贸易中地位不公等六个方面的严峻挑战。指出这些挑战都要求对现代农业模式政策实行变革，向可持续发展农业模式转化。根据报告的提议，世界环境与发展委员会和联合国粮农组织于1987年正式通过文件，把持续农业作为全球农业发展的共同目标。并对持续发展农业定义为：一种既能满足当代人，又能满足后代人需要的，不能造成资源退化、技术适当、经济上可行、能被社会接受的一种新型农业。

1991年4月，联合国粮农组织在荷兰召开“农业与农村发展国际研讨会”，发表了“可持续农业和农村发展的宣言和行动纲领”；同年8月在东京召开了主题为“农业的可持续发展与国际合作”的国际会议。

1992年6月，联合国在巴西的里约热内卢召开了环境与发展大会，会议一致通过了《21世纪议程》和《里约宣言》，正式把可持

续发展作为指导各国社会经济发展的指导方针，把农业可持续发展作为经济可持续发展的重要议题，并明确了当今世界农业发展的主要潮流和方向。近年来，世界各国纷纷按照可持续农业发展的要求，制定了一系列政策，并开始了许多试验。“可持续农业”应运而生了。

二、可持续农业的主要内容与模式

可持续农业的主要内容在1992年里约环境与发展大会上作了阐述：持续农业是“可持续发展”这一世界性经济发展战略思想在农业领域的体现，是代替各种常规型现代农业途径的总称。持续农业强调农业发展的整体性、系统性和协调性，在发展过程中，主张资源、环境、经济、社会、科技的协调一致；要尽量减少对化肥、农药的使用，在实现生物技术、现代农业新技术和常规农业技术相结合的基础上，促进农业生态系统的良性循环，着重生态学与系统学原理，主张现代农业科技与传统农业中的精华相结合，强调人与自然的协调关系；强调持续性，包括经济增长持续性，技术发展持续性，农业生态和资源的持续性；树立大农业观念，遵循农业系统的整体性思想指导，实施农、林、牧、副、渔业合理布局，促进社会和自然的协调发展；树立广义的食物概念，在指导农业生产的思想上将食物范围扩大，把眼光朝向整个大自然，广开食物来源，通过多种途径增加食物、节约粮食。

关于可持续性农业技术模式和体系的提法很多，归纳起来，主要有以下几种：一是“低投入的可持续农业”。其核心是强调不用或少用化肥，以达到改善环境，降低成本，增加收入；二是“高效率可持续农业”。它强调农业高效率，强调资源综合管理与现代化经营，依靠科技进步，建立农业生产体系；三是“环保型可持续农业”。其特点是降低化肥、农药、机械等投入，重视农业系统内部资源的循环和利用；四是“生物学派可持续农业”。主要是在培养高生物潜力的品种基础上，采取生物性轮作，生物防治与有机肥料

等降低农场外部资源消耗，谋求可持续发展；五是“综合型可持续农业”。主要强调科学优化与利用一切农业资源，改良土壤，培养地力，用养结合，保护环境；六是“环境保全型可持续农业”。它的主要特点是强调以提高效率来保护环境。以大幅度削减人工成品的应用来保全环境。以人类生态活动区域为中心，进行因地制宜的生态保护；七是“劳动集约型可持续农业”。其主要特点强调投入大量廉价劳动提高土地生产率，提高农产品的自给率；八是“土地集约型可持续农业”。在人多地少的国家或地区，为了提高可持续性，必须充分地、全年式地利用一切可利用的土地，实行土地利用率与产出率为核心的技术改造。

三、可持续农业的特征

可持续农业包含着许多目标特征，有生态的、环境的、经济的、社会的、生产的等。其主要特征有以下几方面。

生态可持续性。即农业生物——自然过程及生态系统永续持久的生产能力和功能。也就是说，要遵循生态规律，改善生态环境，维护再生资源的质量，增强和提高其综合生产能力，对整个农业生态系统和自然生态系统的资源，进行因地制宜地合理开发和利用，按生态规律协调利用与保护关系。特别要保护耕地资源，合理利用非再生资源，防止浪费和减少环境污染，加强水利和农田基本建设，提高防灾减灾能力。

生产可持续性。生产的可持续性是指高产出水平的长期维持，着眼于未来生产率和产量。其特征是适应社会食物安全的要求，农、林、牧、副、渔各业的产出水平都应保持稳定发展。要保持农业的“高产、优质、高效、低耗”，就必须以市场为导向，调整和优化农业生产的产业结构和产品结构。一是要合理安排农、林、牧、副、渔生产，实现农、林、牧、副、渔全面发展；二是在种植业内部实现“粮食作物——经济作物——饲料作物”三元结构；三是实现种植业服从养殖业的转变。在品种结构方面，以继续提高粮

食总量和产出率为基础，增加果蔬、花卉等优质产品生产，逐步提高畜禽等动物产品生产，进一步加强农副产品和营养品的加工和生产，提高人民生活质量。

经济可持续性。经济上的可持续性是指在经济上可以自我维持和自我发展。最重要的是保持农业产量的持续性和农业经营的可获利性。农业经营的经济效益和获利状态状况，直接影响到农业生产能否维持和发展下去，农业作为一种产业，要求提高生产效率，生产出在市场具有良好竞争力的农产品，以适应市场经济竞争的需要，这是农业可持续发展的必要条件和重要保证。

社会可持续性。社会的可持续性是强调满足人类的基本需要和较高层次的社会——文化要求。持续不断地提供充足而优质的粮食等产品，是可持续农业的一个目标。农村社会环境改善，主要包括人口的数量控制和素质提高、社会公平不断增加、资源利用逐步良化，农村剩余劳动力就业机会不断增加和逐步消除贫困村等。农业生产不能以牺牲后代、其他地区人民的长远利益为代价，剥夺他人生存发展权利，既要消除农村贫困，也要注意保护农业生态资源和环境。

第五节　农业生态环境的优化

从生态农业和可持续农业的基本概念可以看出，两者基本含义和内容在本质上是相同的，或者说他们是同义词或近义词。生态农业和可持续农业都包括了基本内涵：强调农业的发展要在合理利用农业资源和环境不退化的前提之下；提高农产品的生产，以满足人类生活的需要。那么，如何摆脱现代农业面临的困境，重建生态良性循环，逐步优化生态环境，是人类的重要课题。为此，必须从以下入手。

一、提高认识，转变观念，坚持走可持续农业发展道路

在传统的发展观的支配下，人们只顾眼前利益，不考虑将来的

后果，出现了乱占耕地、乱砍乱伐森林、乱开乱采矿石、乱排放工业废弃物等现象。因此，要实现可持续发展战略，首先要转变人们的发展观，必须有长远和全局的观念，确立可持续发展的新观念。其次要充分认识发展可持续农业的重要意义。可持续农业是在遵循自然规律和维护生态平衡的基础上，将现代农业科技同传统农业的精华相结合，以生态型持续农业为目标，加速农业的发展。特别是发展中国家，把发展生产力放在首位，但与此同时要切实保护好农业生态环境，增加农业发展的后劲，不以过度消耗自然资源或破坏生态环境为代价，要把农业资源环境优化纳入农业发展总方针之中，努力实现农业生产持续性、经济发展持续性和生态发展持续性的统一。把发展农业视为造福于子孙后代的大事。

二、确立农业环境保护的目标与方向，发展生态农业

农业生态环境状况在很大程度上制约着农业生产的发展。为此，各国经济、社会的发展应建立在有一个适宜的农业生态环境基础之上，确立农业环境保护的目标与方向，必须通过大力发展生态农业，充分利用与节省农业自然资源，特别是要注意保护耕地和水资源，避免耕地面积减少和水资源的浪费，提高土壤肥力。建立稳定的农村经济综合、协调发展机制，依靠生态农业，把农业发展与农村经济繁荣结合起来，使农村经济的全面发展建立在相应的科技进步基础之上。针对农业生态环境中所出现的水土流失、土地沙化、土壤盐渍化等农业非持续性生态因素，必须高度重视农业生态环境，使农业生产的增长和环境改善协调一致，建立协调平衡的农业生态体系。同时，推行集约化经营，大力推行农业先进技术，建造一个良性循环的生态环境，实行科学种田，低投入，高产出，持续发展。

三、建立良性循环的农业生态系统

农业生产和生态环境要保持相对的统一，即生产结构的确定，产品布局的安排要顺天时，尽地利，就可以费省效宏、五谷丰登。

可用丰富多采的生物种类及不同品种去适应千差万别的环境。

建立良性循环的农业生态系统，必须注意能量多级利用与物质循环再生。在农业生态系统中，食物链既是一条能量转换链，又是一条物质传递链，从经济学意义看，还是一条价值增值链。合理组织生产，实行种养结合，巧接食物链，使光合产物实现再增值。同时，增加外部投入，做到有取有补，扩大物质和能量的循环转化，就能既保持生态平衡，又能增产。

创办一批不同类型的生态农业示范基地，树立典型，分类指导。生态农业建设要因地制宜。自然条件较优越，经济水平高的地区，生态农业建设起步可以高些，重点应以种、养、加为主的发展模式尽快转向种养加一体化、贸工农相结合。生态条件、经济发展较差的地区，生态农业建设首先放在生态环境建设上，林农牧结合，多种经营，然后转向种养结合的二元结构，尽快转向种养加结合的三元结构。

四、实施综合技术措施，加强对农业资源的综合管理

针对农业非持续性发展的因素，必须特别重视农业技术的运用。农业生产受多因素控制，要实施综合技术。具体来说，一是发展和运用节时型农业技术，运用传统农业技术与现代技术，创造条件发展间套复种，提高复种指数，充分利用光热水土资源，发展节时型农业技术；二是发展和运用节地型农业技术，因地制宜，提高土地生产率和生物量，积极发展立体种植业和立体养殖业，发展节地型农业技术；三是发展和运用节水型农业技术，把生物节水和工程节水结合起来，大力推广应用现代新型灌溉技术及旱作农业技术；四是发展和应用节肥型农业技术，坚持有机与无机相结合，提高肥料的利用率；五是发展和运用省工节能型农业技术，坚持农机农艺相结合，积极推进适度规模的适用型农业机械化，提高劳动生产率；六是发展和应用环保型农业技术，积极研究推广资源环境技术，重点是水土保持技术、农田污染防治技术、土地沙化治理技

术、生物多样化保护技术等。

加强对农业资源的管理，就是要进一步完善农业资源管理体制，努力降低农业资源消耗，提高农业资源利用率。在土地资源方面，要节约土地，切实保护好耕地和基本农田。在水资源方面，既要适当开源，增建或扩建用水工程，又要推广节水技术，提高用水效率，加强用水管理，采取有效措施，防止水资源污染。在能源方面，要提高能源的利用率，改善能源结构，提高全民节能意识，落实节能具体措施，同时又要大力开发新能源，降低能源成本和能源消耗。在森林资源方面，要强化森林和林场的潜力，提高森林的产出率和林场的利用率。制定适合国情的生态资源管理措施，是维护和改善生态平衡的关键。生态资源管理要从经济上、行政上、法律上约束人们的行为，要充分发挥人在生态平衡的维护、调控、建设上的作用，制约和抑制其破坏干扰作用，以保证生态平衡从低水平向高水平方向发展。

第六章 能源与环境

能源与人类社会的生产和生活密切相关。人类为了生存和发展，就要不断开发利用能源。但所产生的一些有害物质却不断进入环境，会引起环境质量的下降，甚至环境状况的不断恶化。能源开发利用中对环境的重大影响，促使人们不断寻找解决能源开发利用与环境问题的最佳途径和办法。

第一节 能 源

能源是指自然界中可以提供热、光、动力等能量的物质或物质的运动。它不仅是人类生存和发展的重要物质基础，而且是推动社会生产力发展的原动力，也是一种战略资源。因此，人们不断的大规模开发利用能源，以满足人类社会快速增长的能源需要。

一、人类对能源的利用

人类随着生产和科学技术的发展，逐步扩大能源的利用范围，旧的能源不断被新的能源所替代。火的使用、蒸汽机的发明、电能和原子能的应用，是人类能源利用史上的四个重大发展阶段。特别是随着资本主义生产方式的建立，原有的自然能源已远远满足不了社会化大生产的需要，人们开始重视寻找和开发新能源。虽然人们对能源的不断开发和利用，逐步满足了人类发展过程中快速增长的能源消费，也推动了能源技术的不断变革，使人类的能源结构发生了巨大变化，但也产生了一些环境问题。

18世纪以前，薪柴是人类所利用的最主要的能源。18世纪开始的以蒸汽机应用为核心的产业革命，使煤逐渐取代了薪柴，成为世

界上第一位的能源。这就是所谓的第一次能源变革。据统计，从1860年到1910年的50年间，世界能源消费量增长3.3倍，其中煤炭增长7.3倍。人类社会能源结构的第一次大转变，使人类社会进人了能源的煤炭时期。煤炭消费量的增长和在世界能源消费中所占的重要地位，一直维持到20世纪60年代。煤炭被大规模开采利用，环境污染日趋严重。

19世纪末，电力进人了社会的各个领域，电动机代替了蒸汽机，成为工矿企业的基本动力。但电能的生产以火力发电为主，电力的普遍使用使煤炭供应紧张。20世纪初发明了内燃机。内燃机适用的燃料石油和天然气的发热值都比煤高很多倍，而且比煤便于运输，便于使用，对环境的污染也比煤小。因此，内燃机取代蒸汽机成为主要交通工具的动力之后，从20世纪50年代开始，一些国家的许多传统的烧煤设备（例如发电厂的锅炉）也逐步改为烧油、烧气。到了20世纪70年代，石油的消费量已占世界总能源的一半。石油取代煤炭成为主要能源。这就是所谓的第二次能源变革。第二次能源变革，使人类进人了能源的石油时期。我们目前正处于这个时期。同样，石油的大量开采利用，也引发了一些环境问题。

随着社会的进步和经济的飞速发展，以及人类生活水平的不断提高，能源的需求量在以十分惊人速度增加，巨大的能源消费所产生的能源污染，使环境问题日益突出。世界上的煤、石油、天然气等非再生性能源资源面临枯竭的局面。所有这些，督促人类对能源的利用，从有限的化石燃料向无限的再生能源和核能等洁净能源转变。这就是我们正面临着的所谓的第三次能源变革。

二、现代社会的能源消费

随着现代社会的发展，现代化程度的不断提高，能源消费的数量越来越大，快速增长。

在现代工业生产中，各种产品的生产都要消耗一定的能源。工业生产的燃料动力和原料都需要能源，特别是化肥、塑料、合成纤

维、合成橡胶等工业消耗的能量更多。平均每生产1美元化工产品，要消耗1.8公斤标准煤。从现代工业化进展的过程看，一个国家的工业化程度愈高，能源的使用量就越大。据统计，只占世界人口20%的发达国家，却占用了世界能源的66%。

在现代化农业生产中，农作物产量的大幅度提高，也是和耗用大量的能源联系在一起的。例如，日本的水稻生产，1974年耗用的能量相当于1958年的5.1倍。

在人们生活逐步现代化的过程中，衣、食、住、行等方面的能源消费数量也越来越大。据世界能源经济学者分析，现在世界上平均每人每月的能量消费是46000千卡，每年人均消耗能量的最低限度为1615公斤标准煤，发达国家一般都在4吨以上，而美国已达11.24吨。

从经济发展角度看，世界各国的经济发展与能源消费之间存在着十分明显的比例关系。一个国家经济越发达，能源的消费量就越大，能源消费量的增长速度和国民生产总值的增长速度一般成正比。例如，从1950年到1975年的25年间，日本国民生产总值平均每年增长8.7%，其能源消费也平均每年增长8.8%。我国在第一个五年计划期间，国民生产总值平均每年增长10.9%，而同期的能源消费增长速度平均每年达15%。

总之，现代化社会是建立在巨大的能源消费的基础上的。现代化程度愈高，能源的消费量越大，增长速度越快。

三、当代社会的能源消费与生产

随着科学技术的发展和进步，虽然核能、太阳能等新能源被开发利用，但目前人们普遍和大量使用的能源，仍然是煤、石油、天然气和水力这类常规能源。在发达国家主要是石油和天然气，其次是煤炭、水电和核电，生物质燃料已近于绝迹；在发展中国家，一般仍以煤炭为主要能源，再次是石油、天然气、水电和核电，农村则以生物质燃料为主。现在世界上还约有15亿人靠烧柴草度日。据

有关资料显示，1982年世界能源生产产量总计，石油265700万吨，天然气14600亿立方米，煤炭392300万吨，发电量81180亿度。然而，随着社会经济的发展和人口的不断增长，人类社会却呈现出对能源消费需求的无限增长的趋势，致使能源生产不能满足人类的要求，于是能源供求矛盾相当突出，以致于发生了所谓的“能源危机”。

建国以来，我国的能源生产取得了很大的成就，极大地促进了国民经济的发展，大大提高了人民群众的生活水平。1982年我国能源生产总量已达6.68亿吨标准煤，仅次于美国和前苏联，居世界第3位。但我国的能源生产和消费中，原煤的生产和消费比重均约占75%左右，远高于世界平均值32.7%的水平；我国的电能消耗在能源消费中所占比例很低，90年代初期，我国的电力产量仅占能源消费量的20%左右，人均消费电力只相当于世界人均的24%；火力发电设备煤耗比国外80年代设备高出31%；目前单位国民生产总值的能耗是日本的5倍，美国的2.6倍。这些数字说明我国能源消耗系数较高，在能源生产和利用上，存在的问题较为严重。虽然能源生产增长速度快，但由于能源科学技术水平较低，生产设备落后，产业结构不尽合理，能源工业与耗能工业比例失调，以及能源利用率很低、浪费较大等原因，致使一些时期能源供应处于比较紧张的状况，能源供需矛盾突出，一些地区经常拉闸停电，既影响国民经济的发展，也给城镇居民生活带来很大困难。

我国的能源生产设备落后和利用效率低，不仅加剧了我国能源供需矛盾，而且是造成我国环境质量低的因素之一。特别是我国农村能源消费方式的落后及能源的短缺，大多数农民仍然靠烧柴草生活，致使许多地区林木遭到过量砍伐、地表植被大量采掘，水土流失严重，自然生态环境遭到严重破坏；农作物秸秆不能还田，地力下降，影响农作物产量。

从我国能源资源方面看，虽然我国能源资源总量大，是一个能源资源大国，但人均占有量按可采储量计算却不丰富，只有世界平

均数的1/2，美国的1/10。而且能源资源主要还存在两个方面的问题。其一，优质能源少。我国油、气贮量较少，煤炭较多，是世界上少数几个以煤为基本能源的国家之一。其二，能源资源分布很不平衡。煤炭、石油集中在东北、华北、西北的“三北”地区，仅山西省就占全国煤炭探明贮量的1/3；水力资源70%以上分布在西南地区。而人口稠密的东南九省一市，人口占全国的36.6%，国民生产产值占全国的40.5%，而煤炭资源还占不到2%。这就注定要北煤南运，西煤东运和西电东调。能源资源偏居一方，远离工业、消费中心，给能源的开发、运输和工业布局带来很多困难。特别是煤炭在全国范围内的运输，不仅给交通运输带来很大压力，而且给环境污染有很大压力。

从能源供需情况看，按照当前我国能源生产状况和能源消费的增长速度，估算21世纪初的能源需求，我国能源缺口将达5亿吨标准煤；如果能通过技术改造和技术进步，建立起节约能源型的国民经济体系，就可缩小这个缺口，但还差1亿吨左右标准煤。

总之，能源是现代社会的三大支柱之一。它和我国的现代化建设是相互影响，相互促进的。能源的开发利用为科学技术、为现代化提供物质基础；科学技术的进步对能源的合理开发和利用提供科学依据。现代化的实现对能源提出更高的要求，又为能源的开发利用提供更广阔的市场。我国要发展经济，实现现代化，能源必须先行。但最重要的是必须按生态循环规律，逐步建立起科学的多元能源结构系统，运用高效、洁净的能源技术，保护环境。

第二节　能源与环境问题

目前，巨大的能源消费需求促使人们不断大规模开发利用能源。然而，人类在大规模开发利用能源的过程中，使大量废气和废物等有害物质进入了环境，其浓度和总量已超过了环境的自净能

力，形成了能源污染，破坏了环境。环境质量在下降，环境问题日益突出。

一、能源开发中的环境问题

能源开发中的环境问题，主要指在能源生产过程中，包括开采、加工、贮运等环节，给环境造成的污染和破坏。

1. 煤炭开发对环境的污染和破坏

煤炭是目前人们普遍和大量使用的常规能源。在发展中国家，煤炭仍然是主要能源。我国是世界上唯一的一个以煤为基本能源的大国。在开采、加工过程中，就给环境造成一定的污染和破坏，产生环境问题。

首先，煤炭的开采造成的环境问题，主要是对地面环境的破坏。露天煤矿开采，要占用大量土地，会使地面的生态系统平衡失调。据统计，每开采100万吨煤，至少占用800公顷土地。大规模的露天开采，势必引起地面自然景观破坏，从而使原有地面生态系统遭到破坏；地下煤炭开采，往往会引起地表下沉。不仅会使地面各种建筑和设施（铁路、公路、供水和供电管线等）变形、扭曲甚至破坏，还会使附近河流水系发生变化。井下采煤排出的大量酸性废水，污染周围农田和溪流，使附近居民和其它生物的生存环境受到威胁。

其次，煤炭的洗选加工，严重污染和破坏周围的生态环境。为了节省运输量和保证煤的质量，为各种工业提供合格的煤炭，原煤一般要进行洗选加工。在对原煤洗选过程中，通常排放的洗选水除含有大量煤泥外，还带有轻柴油、酚、杂醇等有害物质。特别是高硫原煤的洗煤水，还带有大量的硫化物及其所形成的酸性溶液。大量的洗煤水被排入周围水域和土地，形成了严重的能源污染源。还有大量的煤矸石侵占土地。同时，洗选加工过程中，排放出来的大量烟尘和有害气体，以及煤炭焦化过程中产生的含酚污水等，都污染和破坏周围环境。

2. *石油开发对环境的污染*

石油开发对环境的污染主要是由开采或运输过程中的漏油、泄油所造成的。每年从陆地和海上石油作业中，排入大海的石油在200—2000万吨之间。全世界每年因油船滴漏注入海水中的石油达150万吨。仅1967年至1989年20多年间，因油轮运输事故发生的严重漏油事件就多达9起。其中，1989年3月，“艾克森·瓦尔代兹”号油轮在阿拉斯加的威廉王子湾因船体搁浅造成泄油4.5万吨，污染了1700公里的海岸。另外，1979年6月墨西哥湾一处油井发生爆炸，100万吨原油渗入海中，9个月后才封住油井。石油污染过的海区，空气隔绝、海洋动植物大量死亡。由于海洋植物供给地球需氧量的70%，所以又大大减少了氧气来源，影响了整个生物圈中的氧循环。大批海鸟由于海面污染面死亡。至于因战争所造成的泄油对环境的污染，则是一个巨大的生态环境灾难。因海湾战争所造成的泄油数量之多，成为有史以来最大的一次泄油事故。其数量达1100万桶，致使海湾地区面临环境和生态灾难，甚至殃及邻近地区的生态环境。因部分油膜起火燃烧，伊朗南部地区就连降两次“黑色、粘糊糊的雨”，造成了严重的环境污染。

3. *水能资源开发对生态平衡的破坏*

水能资源是一种经济、廉价、干净、可以综合利用的可再生能源。为了充分合理地利用水能资源，人们一般都对大河流进行流域规划和梯级开发，就发电、防洪、灌溉、航运、旅游等进行综合利用，把它作为振兴经济的重大措施。但是在修水库，建水电站的可行性论证及技术经济预测和评估过程中，往往容易忽视环境问题，开发后的结果造成自然环境的破坏，引起周围气候的变化，使生态系统失去平衡，受到大自然的无情报复。同时水库选址不当也会诱发地震，使土地盐碱化，从而对生态环境带来影响等。在这方面最突出的实例是70年初，埃及修建的阿斯旺水坝。该水坝的修建，确实给埃及人民带来了廉价的电力，灌溉了农田，但却引起尼罗河流

域水文上的改变，破坏了尼罗河流域的生态平衡，遭到了一系列未曾料到的大自然的报复。由于尼罗河下游水位降低，原来奔腾不息的活水变成相对静止的“湖泊”，大量泥沙被拦截在水库内，河水中的有机质不断沉积水库底部等原因，使尼罗河两岸土壤日趋盐渍化、贫瘠化；河口三角洲平原从向海伸展变为朝陆地退缩，威胁到附近的工厂、港口、国防工事的安全；血吸虫和疟蚊大量繁殖，水库周围居民血吸虫病发病率高达80%—100%。深刻的教训使我们在开发水能资源时，必须组织专业的生态学考察队，进行详细调研和预测。修水库、建水电站必须注意保护生态平衡。

4. 核能开发可能引起的重大污染

核能是新能源之一，但核能的和平利用迄今还只是核裂变能。目前它作为一项工业规模的能源利用形式是建造核电站。核电站同其他能源相比，具有燃料来源充足、稳定，燃耗量少，效益高，成本低，建站方便，环境污染小等许多优点。但由于目前的核电技术的不够完善，以及对核反应堆的严格屏蔽方面的缺陷等原因，有时也会发生一些重大事故，造成对环境的重大污染。1979年3月，美国宾夕法尼亚州三里岛核电站反应堆发生部分熔化事故，其放射性污染迄今仍在清除中。1986年4月，前苏联切尔诺贝利核电站发生重大事故，不仅使周围环境受到严重放射性污染，而且大量放射性尘埃随风飘散到1500公里远的地区，北欧大部分地区受到放射性尘埃的影响。据估计，至少要花费几十亿美元来清除这次事故所造成的污染。

另外，核电站的废料，是核反应堆中核燃料裂变后的产物，是大量高浓度放射性废物，对环境污染及其危害十分严重。如不慎重处理，是一个很大的能源污染源。目前只能采取陆上深埋或沉入海底的做法加以解决，至于其对生态的影响，目前还没有完全弄清。

二、能源利用和消费中的环境问题

能源利用和消费中的环境问题，主要是指在人类社会的生产和

生活中，由于对能源的消耗所引起的对环境的污染和破坏。其中，比较突出的问题是煤炭等化石燃料直接燃烧，所造成的大气污染和“热污染”。

煤炭等化石燃料直接燃烧所产生的烟尘和二氧化硫等废气，是目前大气污染物的主要来源。据测定，在目前大气污染物来源重量百分比之中，生活及交通燃料的燃烧就占63%。世界上每年仅因化石燃料燃烧所排放的废气就达200多亿吨，烧煤设备每年排放的烟尘多达1亿吨。这些废气进入环境后，不仅污染空气，直接危害人体的健康和缩短人类的寿命，而且会发生一系列转化，严重破坏整个生态系统。

煤炭等化石燃料在燃烧过程中，排放的烟尘和飞灰均吸附了多环芳烃等致癌物，排放的二氧化硫对人的结模和上呼吸道粘膜有强烈刺激。这些废气进入人体肺部，直接危害肺部健康。近年来，世界肺癌死亡率猛增，就与这些有毒废气对空气的污染有很大关系。同时，煤炭及其它化石燃料燃烧时所产生的污染物，还会形成“烟雾”和“光化学毒雾”。“烟雾”是烟尘、二氧化硫、氮氧化物和烃类等元素相互作用，生成的硫酸及盐类在空气中飘浮的现象。“光化学毒雾”是由排放出来的氮氧化物和烃类，在阳光照射下所生成的过氧化乙酰、硫酸酯等混合物，在空气中随风飘荡现象。它们对人体有强烈威害。英国伦敦曾发生过四次“毒雾事件”，最严重的是1952年12月5日到10日的“毒雾”，死亡4000人，陆续病死8000人。特别是煤或石油燃烧所产生的二氧化硫废气，是排入空气中数量最多、范围最广的废气，在空中可停留一周时间，常常和空气中的水蒸气相结合形成酸雾、酸雨，对森林、农田和建筑物造成强烈腐蚀，可使大片森林毁坏，农田荒芜。酸雨已使欧洲的4000多个湖泊鱼虾灭绝，使德国56万公顷森林被毁，也使千年保存完好的古希腊、古罗马遗址受到腐蚀，人们不得不替“女神”穿上塑料外衣。目前已使人们十分重视的环境问题，如“温室效应”“臭氧层破

坏”等现象，都与煤炭等化石燃料的直接燃烧有关。

“热污染”是人们在热能利用过程中，所排放的“余热”所造成的对环境的污染和破坏。目前，由于热机设备和热能利用技术的限制，一般来说，热能利用率不高，热能转化为机械功的利用效率仅有35%左右，接近2/3的余热被排放掉了，大部分被排入周围的湖泊和河流，致使这些水域的温度和水域周围的气温升高，造成对环境的污染和破坏，结果使生态平衡受到破坏。因为水域温度的突然变化，会导致水域内鱼类的死亡；水域周围气温的升高，会使在该区域内栖息的昆虫提前苏醒，而远离该地区本应先苏醒的昆虫，却仍处于冬眠状态。这就容易造成提前苏醒的昆虫食物链的中断，从而大批死亡甚至灭绝。

总而言之，能源污染是严重的，但并非不可防治。重要的是我们要不断寻求有效途径和措施，根治能源污染。

第三节　解决能源与环境问题的途径

解决能源与环境问题是当代人类社会面临的共同重大课题，需要各个国家共同努力。针对我国在能源与环境方面的实际情况，解决我国的能源与环境问题，就必须合理开发利用能源，逐步按生态循环规律建立科学的能源结构，走能源多样化的道路，渡过能源变革的时期，力争保持良好的生态环境，努力实现我国经济和社会的可持续发展，一直到广泛利用原子核能和太阳能等洁净、无污染能源的新时代。

一、加强能源管理，注意保护环境

1. 做好能源管理与保护环境的基础工作

首先，要搞好能源利用、能源污染源、环境自净能力、环境背景值的调查工作，做好原始记录、计量、测试和统计等工作；加强环境监测工作，通过物理、化学、生物等方法，监视、检测代表环

境质量的各种数据。

其次，要对各种数据进行科学分析和研究，正确认识我国的能源利用状况，能源污染对人体及其它生物的危害，以及对自然环境的影响，为能源的合理开发利用、防止能源污染，保护环境提供科学依据。

再次，要在调查研究的基础上，通盘考虑能源的开发利用和环境控制工作，统一规划、具体安排。要建立健全能源管理和环境保护的法规、政策及各项规章制度。特别是要逐步建立和完善能源开发利用与环境保护相结合的综合决策制度。对能源的开发利用必须先进行环境影响评估，然后再权衡利弊进行决策。

2. 能源的开发利用要坚持开发和节约并重，注意保护环境

解决我国能源问题的基本方针是开发和节约并重。也就是说开源与节流并举。

首先，开源。要从我国能源资源及其利用的实际情况出发，优先开发水电和煤炭，同时加强油、气的查探、开发利用工作，并积极进行新能源的开发利用和研究。因为我国的煤炭、水力资源丰富。尤其是水力资源居世界首位，而且还有95%的水力资源尚待开发。从能源利用现状看，我国是目前世界上唯一的一个以煤为基本能源的大国。因此，在今后相当长时期内，应把开发水电、煤炭放在首位，从水电、火电和核电三个方面，加快我国电力工业的发展。具体地说，要在黄河上游，长江中下游干支流和红水河流域，建设一批大型水电站；在山西、内蒙古、安徽两淮、贵州六盘山等地的煤矿区，建设一批大型坑口电站；抓好山西、内蒙古和陕北几个大型露天煤矿的开发；石油工业要重点加强陆上和海上大型油气田的勘探和开发工作。

其次，节流。我国目前的能源利用率很低，浪费很大，节能的潜力是相当可观的。我国目前的能源利用率只有20%左右，由一次能源向二次能源转换的利用率也只有30%。这就是说至少有2/3的

能源被损失掉了，实现大幅度节能也是完全可能的。同时，无论从我国的能源储量，还是从必需的投资、基建时间以及技术上的困难等方面看，满足我国日益快速增长的能源需求的唯一出路，就是在大力开发能源的同时，动员全社会都来节能，把节约能源摆在能源规划的首要地位，加强能源管理，尽快地把我国的能源利用率提高到一个较为先进的水平。

节能工作中有大量的经济、管理、技术的问题。从能源管理角度看，要认识到节能是一项长期的战略任务，必须树立长期节能的思想。因为节能的过程，无论是更新改造设备、改革工艺、改进产品结构、采用新技术，实际上也是生产与生活现代化的过程，需要长时间的努力奋斗。同时，要认识到节能潜力也是一种特殊形态的能源资源，需要去开发，也需要在加强能源管理过程中，制订必要的节能政策。因为目前和国际市场相比，我国能源价格普遍太低，若适当提高能源价格，对节能者赏，超耗者罚，必将极大地促进社会的能源节约。所以很有必要建立健全能源消耗的定额管理制度，操作规程，搞好能源设备的维修和技术改造等工作。对现有能耗高、效率低、污染大、陈旧落后的设备，要做出更新计划，有的要限期改造，有的要淘汰作废。对淘汰下来的设备作为废钢铁回炉，坚决不允许层层转让，让“煤老虎”、“电老虎”搬家。从技术经济角度看，要合理利用不同品位的能源，即应按品位分级综合利用能源；根据技术梯度循序节能，先从基本上不需资金的跑、冒、滴漏开始，经过投资较少的局部节能改造，再过渡到投资较大的全面更新设备；在生产的若个环节推广应用节能新技术等。

当然，在坚决贯彻执行能源开发和节约并重这一基本方针的过程中，要始终注意保护环境，防止和杜绝新的能源污染产生，在保护环境中开发利用能源。

3. 调整产业结构，促进环境工作发展

建国以来，我国的社会主义建设事业取得了巨大的成就，能源

工业也取得了很大发展，但由于产业结构不尽合理，能源大部分用于耗能大的重工业。特别是在耗能最多的工业部门中，许多企业设备陈旧、工艺落后，加上管理不善，致使国家经济的发展受到影响，环境污染日益严重。改革开放以来，我国不断调整产业结构，加强了对国民经济的技术改造。我们要抓住这个有利时机，增加低能耗、高产值、污染小的产业、工业、企业和产品的比重，从宏观上提高能源的经济效益，优化我国总能系统，保护环境。从产值能耗及对环境污染程度而言，一般地说商业、农业比之工业，轻工业比之重工业，大企业比之小企业，深度加工产品比之一般加工产品，都能耗小，污染少。因此，在适当提高轻工业比重，降低重工业比重，大力发展服务业和产品深加工业等一系列产业结构调整过程中，对能源的开发利用和环境保护要实行统筹规划，综合利用，整体求优。把能源的开发利用和环保工作看作一个大系统，并分解为国家、省市；小区、大企业；设备、装置三个层次。使每个层次在不断接受外部反馈信息的基础上，及时进行调整和择优，以达到我国总能系统优化和保护环境的目标。在对国有企业进行技术改革的过程中，依靠科技进步，抓好如锅炉、发电机组、电动机等主要耗能设备的更新改造和改型换代工作。同时，对那些与大企业争原料、争燃料动力、能耗过高而又改造不了，有严重污染的中小企业，坚决实行关、停、并、转。

二、把发展洁净煤技术放在突出地位，最大限度地消除燃煤污染

我国是煤炭生产和消费大国，预计在21世纪中叶煤炭仍将在我国能源消费结构中占重要地位。为了适应我国以煤炭为主的能源结构，充分发挥我国的煤炭资源优势，满足我国快速增长的能源需求，在国际社会普遍关注燃煤排放的二氧化碳造成严重环境污染，可能不断导致星球气候变暖问题的情况下，把发展洁净煤技术放在突出地位，最大限度消除燃煤污染，是避免“公害”大国的必由之

路。

1. 把煤炭燃烧前的净化处理放在首位，大力发展煤炭洗选加工技术

煤炭燃烧前的净化处理，主要是煤炭的洗选加工。它是除去或减少原煤中所含的灰分、矸石、硫分等杂质，按照不同煤种、破碎类型等因素加以分选，为各类用户提供不同品种等级的合格煤炭。经过洗选后的精煤发热值高，长途运输比较经济，剩下的低热值煤和泥煤，可就地用来发电或燃制建筑材料。这样就可以减少污染。因此，需要根据我国的煤炭品种和特征及市场需要建立洗选加工体系，使目前的统配原煤入选率由20%左右提高到56%左右，并大力发展洗选加工副产品的综合利用，特别是煤矸石的综合利用。从煤矸石中回收煤炭、黄铁矿，提取化工产品等等。大力研究和开发应用煤炭洗选加工新工艺。

2. 高度重视煤炭燃烧中的净化处理，开发和应用先进的燃烧技术

煤炭燃烧中的净化处理，主要是指改进煤炭燃烧装置和燃烧技术及改变燃料构成，使煤炭充分燃烧，提高燃烧效率，减少粉尘和有害气体排放，防治大气污染。目前煤炭燃烧中的净化处理技术主要有沸腾床的燃烧技术和利用先进的燃烧器（如煤粉燃烧器）等。目前比较成熟的可推广的是硫化床燃烧技术，它不仅可以大大提高煤的燃烧效率，而且可以使煤炭中的硫在燃烧过程中被石灰石吸附，在残渣中除去而无需烟气脱硫装置。磁流体发电技术则是一种先进的燃烧发电技术。该发电技术能提高热的总效率，一般可达55%左右，估计每年可比同样规模的火力发电站节省煤炭30%左右，需要大力开发研究。

3. 搞好煤炭燃烧后的净化处理，开发研究烟气除尘技术

煤炭燃烧后的净化处理主要是烟气脱硫和除尘。我国煤炭含硫量较高，直接燃烧所排放的二氧化硫容易形成“酸雨”，破坏生态

环境。因此，需要开发研究先进的脱硫工艺和烟气净化技术。如电子束/射流干燥剂，电子束/氨喷射等方法技术。这些技术方法可脱除烟气中90%以上的二氧化硫和氮的氧化物，除尘效率可达91%以上。

4. 加强煤的气化、液化技术研究

煤炭气化是将煤加工为气体燃料或原料。煤气是理想的二次能源和合成化工产品的原料。它便于运输。使用方便、燃烧值高、污染小。煤的液化则是将煤炭加工为液体燃料（人造石油等）。煤的气化和液化技术是当前世界上用煤研究中最活跃的领域，其特点是可以在投资不大的情况下，较快地形成一定的生产力，达到提高能源热效率，保护环境的目的。我国需要大力加强研究。

三、积极开发利用再生能源

再生能源是指能重复产生的自然能源，如水能、太阳能、风能、潮汐能等。它是相对子煤炭、石油等不可再生能源而言的。在自然界中，再生能源遵循生态规律不断循环变化，只要科学地合理利用，可以被人们永续利用，而且不带来环境问题。自70年代以来，为了解决能源与环境问题，人们非常重视开发利用再生能源并取得很大进展。我国也需要积极开发利用再生能源。

1. 大力开发利用水能资源

我国的水能资源居世界之首，高达6.8亿千瓦，可开发的约为3.8亿千瓦。开发利用程度低，潜力很大。同时，我国无论是建设大中型水电站，还是建设小水电，都比较有技术基础。因此，需要大力开发水能，使清洁无污染的水电早日造福人民。坚持实行流域梯级滚动开发，大中小结合，高低小头并举、综合利用的原则，加速水电资源开发。

2. 加强太阳能的开发利用

太阳能是地球上最基本的能源。现在人们一般所讲的太阳能利用，仅是指太阳光辐射的直接利用。太阳的辐射能作为一种可直接

利用的能源，具有普遍、无害、长久、巨大等优点。我国疆土辽阔，太阳能丰富地区占全国总面积的2/3以上，全年平均每平方米面积上的辐射能相当于114—286公斤标准煤，全国一年太阳能可折合16450亿吨标准煤。只要开发利用率达1%就十分可观。因此，开发利用有着极其广阔的前景。我国在利用太阳能烘干、供热水、采暖和发电等方面已取得了很大成绩。各省市已安装了180多万平方米的热水器和12万台太阳灶，大大节约了煤耗，对生态环境也有一定改善。1984年，我国第一台太阳能汽车也试制成功。如果能进一步降低成本，太阳能将会得到更广泛地应用。

3. 开发利用风能

风能是空气流动过程中产生的能量。它廉价无污染，利用方便、简单、成本低、机动灵活，但要求合适的地理条件。人们可以利用风力发电、提水、助航、致冷和致热等。我国地域宽广，风能资源也很丰富。据估计总储量约1.6×10^9千瓦，其中有1/10可被利用。以东南沿海最多，内蒙、甘肃、青海、西藏次之。我国的风力发电总装机容量可达20亿千瓦，最大的一座200千瓦风力发电机也正在研制和生产中，风力发电对改善我国偏远缺电的农牧区的生产和生活状况发挥了重要作用。随着风力发电技术的日趋成熟，我国开发利用风能的前景将十分广阔。

4. 生物质能的开发利用

生物质能是绿色植物通过叶绿素将太阳能转化为化学能而贮存在生物质内部的能量，又称为生物燃料或可再生的有机物能源。它包括面很广，通常包括木材和森林工业废弃物、城市与工业有机废气物和动物粪便等。生物质产能的方式一般有：直接燃烧；合成液体燃料，如用生物方法生产酒精；生产生物气体，如沼气等。目前发展的生物质能利用技术主要有：生物质压块细密成型技术、热化学转换技术、生物化学转换技术等。其中生物化转换技术中的沼

气，是生物能利用的主要途径，是近年来发展较为迅速并行之有效的重要燃料，是一种很有发展前途的农村重要能源。发展沼气，是解决我国农村能源问题，保护环境的一个重要途径。对于我国广大农村来讲，目前利用生物质能主要还是直接燃烧农作物秸杆和木柴。因此，大力发展薪炭林、速生树种和高效生物质燃烧炉，也是保护森林和生态环境的重要措施。

四、研究开发未来新能源

为了从根本上解决能源与环境问题，必须研究开发资源浩瀚、清洁无污染的未来新能源。

1. 研究开发第三代核电站

目前世界范围内正在运转的核电站，是第一、二代，利用的是核裂变能，主要原料是铀。这类核电站同其它能源相比，燃料充足，耗量少，效益高，成本低，建站方便，环境污染小。因此，发展很快。但毕竟资源有限，存在废料处理问题，对生态环境有一定影响。所以人们开始研究第三代核能。第三代核电站是利用两个或两个以上的较轻原子核，在特定条件下发生核聚变反应所释放出的能量发电。主要原料是氢和它的两种同位素氘和氚，可以从海水中提取，可供人类用几百亿年，算得上是一种取之不尽、用之不竭的新能源。而且不会产生裂变碎片，不存在废料处理问题，也没有什么放射性污染，不会引起意外事故所造成的危险。由于它既不受原料限制，也没有环境污染问题，所以将会成为人类未来的最终能源，需要研究开发利用。

2. 氢能的研究与开发利用

氢能也叫氢燃料。由于氢是所有物质中最轻的元素，作为能源具有无可比拟的优越性。发热值高，比汽油高出2.8倍；便于储存和运输，液态氢可以用管道输送，用废气田储存；来源广，可从海水中制取；无产生其它副产品及污染环境，不会造成资源短缺危机，因为燃烧后的产物仍然是水；用途广泛，是航空航天理想的动

力燃料，最适合于各种交通运输工具使用，既可作为燃气轮机燃气进行发电，又可产生高压蒸汽供热，其能量转换可高达80%。所以，它是未来新能源开发研究的一个重要课题。

3. *海洋能的研究开发利用*

海洋能蕴藏量极大、无污染、可再生，日益受到人们的重视。目前的开发是指利用海洋能发电。主要有波浪发电，潮汐发电，温差发电等。波浪发电是利用波浪冲击海岸的冲击力发电。世界上可开发利用的波浪能约有30亿千瓦。一些发达国家已研制成功波浪发电装置并投入使用。潮汐发电是利用海水涨潮时带来的能量发电。世界海洋潮汐能量约为10亿千瓦。1980年世界上最大的装机容量为1000万千瓦的圣马洛湾潮汐发电站已投入使用。温差发电是利用海洋上下水层的温差进行发电。世界上海洋温差能蕴藏量约500亿千瓦，可利用的约20亿千瓦。由于海水温差发电既没有污染，又比较经济，可反复循环发电，也有利于周围水域鱼类生长，发电运行不受自然条件影响，能源取之不尽，已被联合国确定为海洋能研究开发重点。我国是世界海洋大国之一，海域辽阔，大陆海岸线18000多公里，海洋能资源十分丰富，研究开发海洋能前景十分广阔。

第七章　水与环境

水既是人类生存和发展必不可少的重要资源，又是构成人类生存和生活的自然基础环境因素之一。随着人口数量的激增和社会生产规模的迅速扩大，人类在生活和生产活动中所产生的大量污染物被排入河流、湖泊、海洋等水体，造成严重污染，使人类生存和生活的自然环境受到严重威胁。因此，从入类生存和发展的战略高度认识水的重要性，切实加强水资源管理，既充分利用又妥善保护，防治水体污染，使人类生存和社会发展的基础环境更加优化，是环境科学研究的重要方面。

第一节　水

水是生命现象产生和存在的前提和基础。生命的发生、发育和繁衍源之于水，生物体构成的一个最重要的要素就是水。人类的产生和人体发育成长都离不开水，人体中所含的水约占全身重量的70%，而且还需要不断有新的水进入体内，成为输入营养物和排出排泄物的载体，不断循环。人类的生活和生产也都离不了水。人类生存的地球不同于其它星体的主要特征之一，就是约有3/4的面积覆盖着水。

一、水的性能和作用

水是自然界中数百万种化合物中用途最广的物质。它具有一系列特殊的物理、化学性质以及特殊的功能和作用。人们常把水在生产和生活上的消耗量，看作是一个国家经济发展和社会文明发达程度的一个标志。

从水的物理性质方面看，首先，在常温下水是液态。液态水比固态水密度大，水结冰体积膨胀，密度反而减小，这种现象其它物质很少见，但在人们的生产和生活中有广泛影响并得到应用。冬天要防止自来水管冻裂，水库、大坝护坡因结冰体积膨胀而毁坏等。其次，水具有高度流动性，自然界的水循环是生态系统重要的物质循环之一，对生物圈的状态影响巨大。自然界的水经过蒸发或蒸腾、冷凝、降水、渗透和径流等过程，不断进行着循环，如果人类干预水的正常循环超过一定的限度，就会带来一系列的环境问题，遭到大自然的无情报复。例如乱砍乱伐森林，过度放牧，植被大面积破坏，就会出现沙漠化、荒漠化，加剧旱涝灾害的发生。任意修堤筑坝发电、围湖垦荒，过度开采地下水，也会影响水的正常循环及当地的小气候，造成生态系统紊乱。因为水的热容量和汽化热比较高，具有调节气温的重要功能。因此，利用水资源要综合考虑与之相关的生态因素。

从水的化学性质方面看，水具有较强的化学活泼性和对热的稳定性。它在常温下能与碱金属、高温下能与金属铁、镁甚至非金属碳发生化学反应，能与许多金属及非金属氧化物发生化合反应生成碱和酸；在2000℃以下它只是状态变化等。因此，它既可以作为生产过程中的原料，又能够作为生产的手段，特别是在化工生产中有举足轻重的作用。同时水是极好的溶剂，能溶解自然界许多物质，然后达到物质循环的目的。因此，在食品工业和医疗卫生中的用途极广。

二、水资源的特点

把水看作人类赖以生存发展的自然条件时，它是自然环境重要的非生物因素；把水看作维持人类生命和生活所必需的和经常利用的物质时，它是重要的自然资源。认识水资源的特点，是合理开发利用水资源，保护环境的重要方面。

首先，有限性。从其产生的来源看，水是原生性资源。因为它

是随地球的形成和运动而存在，基本上是持续稳定的。

从储量看，地球表面和表面附近的总水量约为15亿立方千米，其中淡水总量约为0.35亿立方千米，97.5%都是海水。目前人类生存和经济发展依靠淡水资源，但全部淡水资源人类可利用的仅占0.5%，十分有限。因此，联合国有关机构发出警告：不要认为水是无穷无尽的天授之物。我国水资源虽然比较丰富，但人均水量仅为世界人均水量的1/4，居第84位。

其次，不均衡性。世界水资源的地区分布差异较大。除海水外，大陆冰川主要集中在南北两极，地表水主要集中在大河流域。降水量大，水循环活跃的地区水资源就丰富；反之，水资源就贫乏。水资源分布不均，致使世界上有43个国家和地区缺水，占全球陆地面积的60%。

我国的水资源分布也不平衡。其特点是东南多西北少，即由东南沿海地区向西北内陆迅速减少。正常年份东南部年降水量大于1600毫米，而西北部少于100毫米。降水量在时间分布上也极不平衡，大部分地区冬春雨雪少，多春旱。夏季多雨、多洪涝，雨水得不到合理利用。东南部水资源占82.3%耕地却只有38%，西北水资源占18%左右，但耕地占62%左右，存在着深刻的水、土资源矛盾。

再次，可更新性。从水资源的可利用性看，水是可更新资源或可再生资源。也就是说，人类如果合理利用水资源，不超过它的负载能力，它可以更新和再生而保持其被人类永续利用；反之，也可以使其受到破坏，从而直接威胁人类的生存和社会发展。

第二节　水资源危机

由于世界人口的迅速增加，工业和城市用水量激增，农业耗水量巨大，世界用水量在大幅度增加，加上水源分布不平衡等原因，一些国家和地区近年来已明显感到水源不足。据预计，到21世纪，

水源问题将居世界各种问题之首。水危机既是一种资源危机，又是一种环境危机。主要表现在以下两个方面。

一、水荒加剧，地面下沉

水荒加剧主要是指因淡水资源短缺而引起的缺水问题日益严重。

目前，世界上的水荒正在不断加剧，威胁着人类的生存，成为制约人类社会经济发展的重要因素。全球已有60%的陆地面积面临缺水问题，遍及63个国家和地区。约有20亿人口的用水紧张，10亿以上的人口正在饮用被污染的水。甚至一些经济比较落后的国家，能饮用合乎卫生标准的淡水的居民仅占20%左右。据联合国统计，目前世界上每年有1500万5岁以下的儿童，主要因缺水或饮用污染水而死亡。如今，阿尔及利亚、以色列、科威特等20多个国家已经处于长期缺水状态。如果目前的情况延续下去，预计50年后，世界人口的13%至20%将遭遇悲惨的水荒。由于缺水，一些国家开始研究如何把从地球南、北两极取冰化水的理想变为现实。美国和澳大利亚已在考虑用原子能船去南极拖冰山。

我国目前也有不少地区出现了水源紧张的局面。黄河季节性断流已持续多年，而且一年比一年严重。断流时间和断流河段长度与年俱增。1997年黄河断流长达226天，断流河段上溯700公里，已接近黄河下游全长。有专家预言到2020年，黄河下游将全年断流，有可能变成内陆河。我国目前最长的内陆河塔里木河，其流程在近30年内缩短了320公里，由于水质太差，已经不能再用来灌溉和饮用。据中国科学院《一九九七年中国区域发展报告》分析，我国“水资源短缺的区域范围愈来愈大，许多河、湖、水库正在日益干枯，萎缩、消失。”仅以湖北省的湖泊为例，原有千亩以上的湖泊1065个，现在剩下的不到500个，水面减少了3/4。就目前看，全国15亿亩耕地，尚有8.3亿亩是无灌溉设施的干旱地。还有缺水草场14亿亩。这些地区的人畜饮用水都相当困难。仅我省环青海湖地区

就有近百万人口和450万头牲畜缺水。青海湖湖面水位年下降12厘米左右。世界著名的青海湖鸟岛数年间已变为湖岸。全国城市缺水已影响到人们的正常生活和生产，调查中的23个城市，就有153个缺水。一些大城市供水严重不足。如北京、沈阳、上海、西安等地。70年代的天津就曾发生过淡水危机，每人每天能得到80升淡水，直到引滦入津工程完成后，情况才有好转，现在我国不仅北部缺水，就连水资源一向丰富的南方一些城市和地区也缺水。上海市每逢枯水季节，自来水厂的进水中不得不有1/3左右来自污水。

由于地面淡水短缺，地下水被大量抽取，往往引起地面下沉。日本东京和大阪每年以20厘米速度下沉。天津的地面沉降范围已达2300平方公里，局部地区沉降量最大达1.8米。地面沉降引起一系列环境问题，后果严重，尤为引人关切，同时，水的短缺也已成为束缚社会和经济发展的瓶颈。我国西北地区穷，就穷在水上，没有水就没有生命。水的短缺问题，不仅在中国，而且是世界的今天和21世纪严重困扰经济发展，甚至是已经造成或将要造成社会动荡和政治冲突的一大根源。

二、水体污染触目惊心，危害日趋严重

水体污染是指排入水中的污染物超过了水的自净能力，从而使水质恶化的现象。它包括河流、湖泊、海洋等水体的污染。主要由城市污水、工业废水废渣、含农药化肥等的农业经流、大气沉降物、放射性散落物等集聚而成。水体污染既是一种资源污染，又是一种环境污染。

人类活动对水体的污染最初主要是由排放生活污水引起的。随着工业和城市化的发展，水体污染物的种类越来越多，排放量越来越大，范围也已扩大到全球，成为一种环境污染，直接危及人类的身体健康。目前全世界淡水资源大约1/3受到工业和生活污水的污染。据统计，全世界每年排出的废水约6000亿吨，我国每年的废水排放量也已接近300亿吨。我国城市的地表水和地下水污染也相当

普遍。据1981年对39个城市的调查，其中37个城市的地下水受到不同程度的污染。大江河沿岸城市排污口一侧形成的严重污染带，其长度少则7—8公里，多则60—70公里。我国每年因水污染造成的经济损失约300亿元。水污染严重的地区，肝肿大、少白头、怪胎率明显增加。癌症发病率也高出对照区几倍甚至几十倍。而水体污染通过生物浓缩，其危害就更大。有毒物质通过水体和食物链不断进入动物体，经过动物体的富集后进入人体，会造成人体严重的畸形病变，并通过遗传因子危机后代。

水体污染的具体表现形式及危害主要有以下几种。

首先，重金属污染。水体中的汞、铅、镉等有毒重金属元素，主要来源于大规模采矿和冶炼过程，以及生活和工业使用后的废弃物。它们不能被水体中的微生物降解，却能发生多种状态之间相互转化和分散、富集过程，危害水的质量。目前的重金属污染虽然还只是局部的或地区性的，但所造成的危害却是严重的。1953—1956年发生在日本的“水俣病事件”，就是含汞废水污染水体造成鱼、贝等中毒，人食毒物后造成中枢神经中毒死亡或致残的。死亡率高达38%，还影响胎儿健康。我国松花江由于吉林化工公司的含汞污水长期排入，污染范围远至下游400多里，从1975年起，沿江渔民头发中甲基含汞量就超过了350PPM。

第二，水体富营养化。水体富营养化是指氮、磷、钾等营养元素，以及碳氢化合物、蛋白蛋、脂肪等营养物质大量进入水体，高于这些营养物在天然水体中的本底水平，从而使水质恶化的现象。这些营养物主要来源于生活污水、造纸废水和其它工业废水等各种污水及各类有机废物。它们大量溶入天然水体，使水中氧气溶解消耗，阻碍水体中的气体与大气进行交换，造成水体缺氧，不但鱼类和水生植物难以存活，就是人喝了这些水，也会受到水中所含有机化学物质的毒害。特别是营养物浓度过高，一般会使河流水中硝酸盐浓度高出天然河水的7倍，必然会引起河水中溶解氧的减少。据

全球环境监测系统所作的抽样调查，12%的监测河流中，溶解氧过低，足以危及鱼类和水生生物生存。我国被采样的15条靠近城市的河流中，只有5条河流能维持鱼类生存。目前我国每天排放的工业废水已达8000万吨，全国27条主要江河全被污染，其中17条已严重污染。全国唯一没有被污染的河流只有雅砻江了。44个主要城市的地下水，已有41个遭到污染。受工业、城市污水污染而没有洁净水体的平原、三角洲、河谷地带达70万—80万平方公里。在这个属于环境污染严重的地区内，居住人口达1.5亿左右，严重的水质污染已威胁到该范围内几千万人的身体健康。还有100多万平方公里的人口密集区大多数水体受中度以上的污染。严重污染的湖泊是太湖、巢湖和滇池。

第三，油类对水体的污染。油类对水体的污染主要是指石油及其制品在开采、储运、炼制、使用过程中，排出的废油和含油污水对水体的污染。这些废油和含油污水不但自身有毒，而且覆盖在水面上，使水生生物遭到毁灭性的灾难。它不仅污染陆地水体。而且是造成海水污染的重要来源。海水被油污染，不仅直接使大批海鸟死亡，而且会使被石油污染的鱼类和微生物畸形生长并含有强烈致癌物质，还会使海洋浮游生物过渡繁殖，形成大片“红潮”，造成海洋生物大量死亡。目前我国黄海、渤海已有“红潮”发生，需及时防治。

综上所述，水危机会造成多方面的危害。它严重影响工农业生产和人民的生活，直接造成了经济损失；同时，也破坏了生态系统，危及植物和人类的生存。需要采取切实有力的积极措施加以解决。

第三节　合理利用水资源　防治水体污染

水资源是一种宝贵的物质财富，必须珍惜它和保护它。合理利用水资源，防治水体污染，是解决水与环境问题的重要的基本途径。

一、合理利用水资源

人类对水资源的利用，都是由人类干预的。因此，需要人们按照科学规律和自然规律，采取节约和保护措施合理利用。

1. 开源节流，把节约用水放在首位

首先，全社会要不断提高节水意识，养成节水的习惯，提倡节约用水的良好风尚。

其次，把节约用水的重点放在城市和工业用水及农业的灌溉用水上。因为从全球看，城市面积仅占地球上土地面积的0.3%左右，却集中了大约全球总人口的40%，且人均用水量每年以8%以上的速度递增；工业用水量在总用水量中所占比重很大，有的国家达80%以上；农业灌溉耗水量巨大，随着水浇地所占比重越来越高，在20世纪末，灌溉用水量将比80年代翻一番。因此，在大力提倡城市居民节约用水，杜绝浪费水的现象的同时，要依靠科学技术，改革工业生产用水工艺，降低工业用水量；建立以节水为中心的资源节约型农业生产体系，完善工程配套、改漫灌、串灌为小畦灌溉，逐步采取管灌、喷灌、滴灌等先进灌溉技术与灌溉制度，发展节水型农业。

再次，要不断开辟“第二水源”。一要不断提高工业循环用水率。因为在工业生产用水中，冷却水占70%以上。一般工业重复用水率可达50%—60%以上。所以，提高工业用水重复率，不仅是合理利用水资源，可以减少废水处理量，提高经济效益，保护水体质量，而且相当于开辟了“新水源”。二要利用经过处理的城市污水、工业废水和生活污水灌溉农用，既有肥效又节约用水，增添了新的灌溉用水来源。三要海水淡化。随着陆地淡水资源供应的日趋紧张，水源问题日益突出，海水淡化已成为淡水来源的一个重要方面。沙漠国家科威特，全国耗用的淡水几乎全部取自海水。海水淡化方法很多，目前技术上比较成熟、经济性能较好，较容易推广的有蒸馏法、电渗析法、反渗透法、结晶法四种，需要大力开发海水

淡化技术。

2. 调节水源流量

由于水资源的时空分布极不平衡，使淡水供应与需求之间存在深刻的矛盾，这就需要人工做好调节水源流量的工作。

首先，在江河流域建造水库调节河水流量。在丰水期把多余的水量储存起来，补充枯水期的流量不足，满足工农业生产和人们日常生活对水资源的需要。

其次，有计划的跨流域调水。跨流域调水在国外已有许多成功的先例，20世纪30年代，美苏两国几乎同时在国内开凿运河与整治大河流域，跨流域调水。苏联半途而废，美国取得成功。美国修建了流经7个州、长达18000公里的跨流域的田纳西运河，保护和开发了3000万英亩土地，安排和创造了大量的就业岗位，它所产生的巨大社会经济效益，一直作为罗斯福总统的重大成就享誉世界。目前，我国有关专家、学者们正在进行我国大西线南水北调的可行性研究，准备通过朔天运河工程把长江水调进华北和西北地区。我省曾先后两次向国务院上报了请求加快南水北调西线工程规划研究工作和尽快实施南水北调西线工程的建议，近年来，又会同有关部门的专家，在认真研究南水北调各种方案的基础上，多次深入到西线调水工程现场进行踏勘，提出了南水北调西线工程方案。全国政协委员韩应选在全国政协九届二次会议第三次会议上作大会发言时，呼吁尽快实施南水北调西线工程，从根本上解决北方缺水问题。整个大西线南水北调朔天运河由三部分组成：由雅鲁藏布江朔玛滩经阿坝调水入黄河，从黄河拉加峡水库通过共和盆地西缘引水入青海湖。以青海湖为轴心，分别向东部和西部送水。由青海湖向东到岱海下天津出海；由兰州向西出新疆接国际运河。总长6600多公里，调水2006亿立方米，接近5条黄河。我省也已提出了南水北调西线工程方案的框架思路。具体是：在较低海拔地区选定调水线路，采用滚动发展，分段建设和低坝自流引水方式，以试验工程为启动，

以水电互动方式组织实施。目前作为前期工程的格尔木至拉萨铁路已动工修建。大西线南水北调是我国合理利用水资源的重大战略措施，必将产生巨大的社会和经济效益。

3. 合理开发利用地下水

在一定的地域范围内，地下水量是十分有限度的。如果过度开采地下水，不仅会引起地面下沉，而且当引水接济时，其工程沿线两岸地下水位上升、土地盐碱化和河道淤积等现象也会带来一系列不良后果。因此，必须合理开发利用地下水。

首先，要加强地下水的勘察工作，在掌握地下水文地质资料的基础上，对地下水源作出正确评估，避免过量开采。

其次，要统一规划，合理布局，统盘考虑地面水和地下水的综合利用，适量回灌，防止过度抽取地下水面造成地面沉降和塌陷。

再次，要设立监测网，及时了解地下水的变动情况，以便采取措施防治。

4. 依法保护水资源，加强科学管理

第六届全国人大常委会第24次会议表决通过并颁布实施的《中华人民共和国水法》，改变了我国长期以来水资源无法可依的状况，使我国走上了依法治水的道路。《水法》的核心是讲水资源的开发利用和水、水域、水工程的保护。《水法》规定，国家鼓励开发利用水资源，但应当保护生态环境，防止水土流失，不能随意开发水资源。禁止围湖造田，禁止围垦河流等。我们要认真贯彻执行《水法》，依法保护水资源。

为了合理开发利用和保护水资源，防治水害，充分发挥水资源的综合效益，适应我国国民经济发展和人民生活的需要，加强对水资源的科学管理也是十分重要的。加强水资源管理，首先应当对水资源进行综合考查、调查评价和统一规划。调查评价水资源的数量、质量、利用现状、未来用水预测以及供需矛盾等等。在此基础上对水资源的开发利用，从单目标发展到多目标；从地面水发展到

地下水；从水量控制发展到水质控制；从单纯的经济效益考虑发展到经济、社会、生态多方面考虑等各个方向全面规划水资源的合理开发和保护。其次，设立管理机构，建立必要的规章制度和措施，加强对水资源的科学管理。如对直接从地下或者江河、湖泊取水的单位，实行取水许可制度；调整过低的水价，从经济上促使各部门节约用水和采取节水措施，杜绝水资源的大量浪费等。

二、防治水体污染

防治水体污染的基本指导思想是防治结合，以防为主，综合防治。对已造成的水体污染问题要有计划、有步骤地治理，但更重要的是要防止或减少新的水体污染的产生。首先要着眼于在生产过程中把水污染消除或减轻到最低限度，而不是被动地在生产过程的尾巴上搞净化处理。同时要采取经济、管理、法律和工程技术相结合的综合措施，以期最大限度地合理利用水资源，获取最佳防治效果。针对我国目前的水体污染状况，主要应采取以下几种防治措施：

1. 抓住重点，集中力量，先行解决污染较严重的水域

“三河”（淮河、海河、辽河）、“三湖”（太湖、巢湖、滇池）的污染较为严重，已到了非治理不可的地步，需要先行治理。它们已列入国家的污染防治重点工程。目前需要加大治理力度，扎实推进“三河”、“三湖”的水污染防治工作。通过产业和产品结构调整，增强企业竞争能力，使淮河流域每天污水处理能力达到350万吨，巩固发展淮河流域工业企业达标排放成果；加紧进行滇池北岸及盘龙江截污工程、滇池海污染底泥疏挖及处理工程，使滇池水质尽早有明显改善；积极开展巢湖、太湖、辽河、海河等流域的污染防治工作。

2. 调整水污染控制的管理制度

我国的水污染控制的管理制度基本上是在计划经济体制下形成的，特点是把水污染的防治作为公益型事业，主要由国家包揽，污染源的控制主要靠“行政管理”。加之长期以来，我们一直讲“谁

污染、谁治理”，仅仅强调了企业的责任，使很多人误认为防治水污染主要是企业的事。实际上水污染的防治，政府的责任更重。随着我国社会主义市场经济体制的建立和发展，水污染控制的管理制度必须调整。必须把国家投入机制、银行贷款机制和水处理厂企业化管理机制等结合起来，建立“投资社会化，治污集约化，运行市场化，管理企业化”的新的运行机制和管理制度。

3. *建立和发展城市污水处理厂，消除污染源*

建立和发展城市污水处理厂，是减少水污染物负荷量的有力措施。我国在50和60年代建成的一大批大中型企业和工业基地普遍存在着环保设施不足、污染严重等问题。而70和80年代开始发展起来的乡镇企业大部分没有任何治理措施。“八五”期间，我国城市日供水能力新增2979万吨，而污水处理能力仅增加436万吨。1996年全国城市生活污水排放量约150亿吨，全国640多座城市中，仅有污水处理处理厂160个，处理率仅为6.7%。大量城市污水不经处理直接排放，是造成河流、湖泊严重污染的主要原因。因此，急需建立和发展城市污水处理厂。

消除污染源是防止水污染的根本途径。目前国内外已对工业生产要求不排或少排污水，其主要措施是生产工艺无害化，工业用水封闭化。近年来为了合理用水，减少排污出现了一个最新发展动向，是发展封闭系统。即把有可能造成污染的物质封闭在生产系统内，不排出污染物，也被称之为无废水系统工艺。如“离子化静电电镀法”，就是一种不出废液、速度快、质量好又无污染的新工艺。我国需要积极开发研究和推广应用这些防治水污染的技术。

4. *污水分类处理，方法要科学*

我国当前工业废水与生活污水没有分开，污染重的与污染轻的没有分开，易处理的与不易处理的没有分开。所以，将城市污水分类处理是当务之急，同时，方法要科学，尽量采用先进的科学技术。如离子交换、电渗析、反渗透等方法以及利用微生物的代谢作

用除去污水中的污染物等等。当前我国绝大部分工业废水处理方法的重点应放在一级处理，如用“暴气法”，投资不多，除去重金属、沉淀固定物、去除悬浮物，让水变清无毒就可以了，不需要二级、三级处理。利用处理城市污水作为农业灌溉用水是一个好办法，溶在水中的氮、磷和有机物，正好用作肥料。这就是发达国家广泛采用的污水“土壤处理法”。处理后的污水浇灌庄稼后，一部分蒸发，一部分下渗为地下水，氮、磷和有机物都留在地表为植物所吸收。当然，由于污水来源复杂，处理后的污水作为灌溉用水需要科学指导，谨慎行事。

5. 加强水质监测，依法防治水体污染

运用水质监测技术，加强水质监测，是保护水质，防治水体污染的重要手段之一。因为在调查研究的基础上，通过物理、化学、生物等方法，监视、检测代表水质量的各种数据，可以为我们提供防治水体污染的科学依据，及时采取措施治理，保证水体质量。水质监测技术很多，可以用地面传感器探测附近水面的油污染情况，用机载传感器来探测漂油范围；用鱼虾来监测江河水是否被污染等等。我国目前确实需要大力加强水质监测方面的工作。

我国政府颁布的《水污染防治法》，对于水污染的防治已经作了法律规定。目前，我们要认真贯彻执行《水污染防治法》，把防治水污染工作纳入法治化的轨道，坚持有法必依、执法必严、违法必究，加大执法力度，依法防治水体污染。同时，要强化执法监督，并加强社会舆论监督，大力开展防治水体污染方面的宣传教育活动，使人们树立起防治水体污染是每个公民应尽的责任和义务的思想，从而把防治水体污染的各项工作真正落到实处。

总之，合理利用水资源，防治水体污染的工作任重而道远，需要长期不懈的努力。但从根本上说，随着社会进步和科学技术的发展，人类是有能力做到防治水体污染和合理利用水资源的，使人类生存和社会发展的基础环境更加优化。

第八章　土地与环境

土地是人类生产和生活必不可少的基本条件。它既是一种重要的自然资源，又是最重要的自然环境因素之一。土地负载着人类，也养育着人类。但是随着世界人口的膨胀和人类各类生产活动的加强，土地不断遭受破坏，土壤污染日益严重，已成为当代人类面临的全球性环境问题。防治土壤污染，保护土地资源也成为关系人类生存发展的重大问题。

第一节　土　　地

常言说:“万物土中生”。土地是人类和陆地上一切生物的生存场所和生存的基本条件,也是人类安身立命所不可缺少的自然条件。人类的衣食住行和各类生产活动都离不开土地，它是人类社会经济的物质基础，也是社会财富的基本来源。正如威廉·配第所说，劳动是财富之父,土地是财富之母。我国劳动人民则形象地说：“土中生白玉，地内产黄金”。所有这些均说明了土地的重要作用。

一、土地和土地资源

土地与土壤。土地是指陆地的表层部分，由岩石、岩石的风化物成土母质和土壤构成。土壤是土地的重要组成部份，一般指地球上土地表面有肥力，能生长植物的疏松的表层，由一些生物、化学、物理性质各异的土层组成，其中的表土层风化作用最强，含有较多的有机质和有效养分，很适宜于植物和微生物的生长。土壤的积聚与地球外壳相结合便是土地。土地和土壤既有联系又有区别。土地的含义比土壤广泛，它包含了土壤。土地的形成、发展和变

化，受地质、地形、气候、水文、生物等自然条件的影响和制约，是植物、动物和人类和生存基地。人类居住在土地上，在生活和生产活动中使用土地，同时又把许多废弃物排放到土地上，给土壤造成污染，也使土地受到破坏。地球空间有限，土地更有限。对有限的土地和土壤需要倍加爱护。

土壤和土地是一种重要的自然资源。天然土壤具有纯粹的自然属性，能涵养水分和养分，为植物生长提供各种条件，通过生长植物、微生物给人类提供食物、木材及其它各种生活必需品；而且还能净化进入其中的许多有毒物质。因此，土地是农业的基本生产资料。而农业又是人类衣食之源，生存之本，是整个国民经济的基础。在农业发展的整个历史过程中，无论是原始农业和传统农业，还是现代农业，都离不开土地。

从不同角度可以对土地资源分类。按照地貌类型可以分为山地、高原、丘陵、盆地、平原、沼泽地等；按照用途可分为耕地，林地，草地。宜农或宜林荒地，城市、工厂、交通用地及沙漠戈壁等等。

二、我国土地资源的基本情况

从总体上看，我国的土地资源比较丰富。首先，这是由我国优越的地理位置所决定的。我国是世界上跨纬度最广泛的国家之一。从南到北依次出现赤道带、热带、亚热带、暖温带、中温带和寒温带6个温度带。寒温带仅占国土的1.2%。因此，我国是占有温带最多的国家之一。其次，我国有多种多样的地貌类型。山地占33%，高原占26%。丘陵占10%，盆地占19%，平原占12%。以上这些我国所处的地球位置、地质地形和水热等条件的综合差异，以及我国劳动人民长期积累的多种多样的土地利用形式，都决定了我国土地资源比较丰富。

具体地说，我国国土总面积960万平方公里，约合144亿亩，居世界第三位。其中，城市、工矿、交通用地占国土总面积的7%，

沙质荒漠、戈壁、荒漠化土地占13.4%，永久性积雪、冰川占0.5%，寒漠占1.6%，石骨裸露土地占4.8%。73%左右的土地为农业用地或可为农业利用的土地。有耕地14.9亿亩，宜农荒地11.7亿亩，草地42.9亿亩（其中可利用的有33.5亿亩），草山坡地6.7亿亩，沿海滩涂0.2亿亩，内陆水域2.5亿亩。

三、我国土地资源的特点

我国的土地资源与世界上其它各国相比，有几个显著的特点：

1. 总量大，但人均量少

我国的土地总面积约占世界陆地面积的1/15，居世界第3位；全国的耕地、林地和草地面积分别居世界第4、第8和第3位。但人均占有土地面积只有13.3亩，只有世界人均数的1/3，仅相当于加拿大的1/47，前苏联的1/9，美国的1/4。根据联合国粮农组织发表的74个国家1986年的统计资料，我国的人均耕地和永久性农作物用地（包括茶叶、果树、橡胶等作物在内）为1.4亩，仅占世界人均量的25.5%。若按人均量排列，我国居世界第67位；在全世界26个人口在5000万以上的国家中，我国的人均耕地仅高于日本、孟加拉国等，居第24位。这一特点决定了我国目前要以占世界6.8%的耕地，养活占世界21.8%的人口。

2. 山地多于平地，耕地比例小，总体质量差，生产水平低

我国山地、高原、丘陵约占全国土地面积的69%，平原和盆地仅占31%。全国优质耕地少，抗自然灾害能力差，耕地中有灌溉设施的不到40%；耕地中还有近亿亩坡度在25°以上，需逐步退耕。耕地与水资源分布不均匀，东南部耕地少而水资源丰富，西北部耕地多而水资源欠缺。耕地中稳产田仅1/4，中产田占1/3。耕地质量差和深刻的水、土资源矛盾，造成我国耕地的生产水平较低，与世界发达国家或农业发达国家相比，粮食单产相差100公斤以上。

3. 分布不平衡，不同地区的土地生产能力差别较大

如果以大兴安岭——燕山——阴山——贺兰山——祁连山

东端——青藏高原东南边缘划一条线，止于云南的腾冲。线以东的耕地占耕地总面积的90%以上，林地也占全国林地的90%以上，农业人口和农业总产值占全国的95%左右。线以西也占有国土面积的1/2，耕地分布却相当集中，主要分布在各个绿洲或灌溉农业区。天然牧场几乎全部分布在线的西面。但由于西部气候比较寒冷干燥，耕地、林地、农业人口及产值都不到全国的10%。

第二节　土地资源的破坏

土地资源的破坏，既是一种对自然资源的破坏，又是一种对环境的破坏。其具体表现及危害主要有以下几个方面。

一、耕地大量减少，后备资源贫乏

由各种原因，目前全世界土地资源日趋减少，耕地锐减，我国耕地也大量减少。

1949年我国耕地面积14.68亿亩，人均耕地2.7亩；1957年耕地面积16.77亿亩，人均耕地降至2.6亩；1957年至1985年的28年间，我国耕地面积平均每年净减800万亩，而同期我国人口增长4亿多，人均耕地急剧下降不足1.4亩；以后几年耕地减少速度加快，仅1986年就减少1600多万亩。据国家统计局统计，1986年至1995年，各项建设占用耕地、农业结构调整以及灾毁等造成减少耕地10266万亩，开发复垦耕地7368万亩，耕地净减少2899万亩。1996年底，我国耕地统计数为14.32亿亩，人均1.17亩，不及世界人均耕地3.75亩的1/3。人均耕地2亩以上的只有内蒙古、黑龙江、宁夏、新疆、吉林、甘肃等6个省（自治区），全部分布在我国东北、西北，农业生产条件相对较差。人均耕地少于0.8亩的有北京、天津、上海3个直辖市和湖南、浙江、广东、福建、贵州5省。据估算，我国建国后累计减少的耕地已相当于一个法国，两个英国，三个半日本。特别值得注意的是，在我国耕地减少中，南方耕地减少多，水

田减少多，城镇周围和交通沿线的高产耕地和菜地减少多，这些耕地的减少很难靠开发荒地来弥补。据我国有关部门调查统计，在现有土地后备资源中，宜垦地约为5亿亩，而质量较好的宜耕荒地只有2.04亿亩，按60%的垦殖率计算，近期最多只能开垦出1.22亿亩。这些荒地即使全部开发成耕地，人均增加耕地也不足0.1亩。象50年代可供大面积开发的荒地几乎没有了。建国以来经过长期开发，剩余的耕地后备资源大多为质量差、开发难度大的土地。根据我国现有开发复垦能力，今后15年最多可开发8000万亩耕地。

我国耕地锐减现象极不正常。分析其原因，首先是农业内部结构调整不尽合理，占用了大量耕地。据国家统计局的调查资料，在1985年和1986年减少的耕地中，农业内部结构调整用地占60%以上；乡镇企业的发展用地占10%左右，农民盖新房占耕地减少数的20%。此外，城市和工矿用地面积也在不断扩大，绝大部分城市建成区都成倍增长。建国后的50年中，武汉市扩大了5.2倍，西安市扩大了6倍。还有耕地沙化、碱化、水土流失等现象也十分严重。应当承认，在我国向现代化迈进的过程中，各方面的建设占地是难以避免的。世界发达国家的经验也表明，人均收入1000美元以上时社会经济发展才趋于平稳。我国目前人均收入只有300多美元，在今后相当长的一段时间内，工业和其它非农业建设用地仍将呈上升趋势。有关专家粗略估计，按最近几年三项建设占用耕地的规模推算，同时考虑到人口的增加和通过开垦可能增加的耕地，到2050年我国人均耕地将只有1亩左右。因此，不少有识之士指出，如果我们不在经济建设的初级阶段和加速发展阶段十分珍惜和合理利用每寸土地，努力抑制耕地的大面积减少，那就必然会严重影响农业生产的稳定发展，进而推迟现代化建设进程。原全国政协主席李先念1988年4月到河北栾城视察，当他了解到这里的人均耕地已由土改时的3亩下降到1.6亩时，就曾尖锐地指出，一亩耕地可以养活2—3个人，占一亩耕地就等于剥夺2—3个人的饭碗，乱占耕地等于杀

人。进行建设要少占土地。

二、土壤侵蚀蔓延，耕（草）地退化严重

土壤侵蚀指土地的水蚀和风蚀，就是人们常说的水土流失和沙漠化。它包括“自然侵蚀”与人类活动造成的“加速侵蚀”。我们这里所说的土壤侵蚀蔓延，主要指由于毁林、毁草开荒和不适当的樵采、过度放牧等原因，致使植被破坏而形成的“加速侵蚀”。这是目前生态环境面临的最突出的问题。

1. 水土流失

全世界范围内的水土流失普遍比较严重。据估计，全世界每年因侵蚀和流失的土壤达240亿吨，其中耕地表土过度流失就达227亿吨。目前在秘鲁，每年30万公顷土地的20厘米厚的表土被冲人大海。而印度的耕地也有60%左右发生过度侵蚀，每年表土流失量达47亿吨。

水土流失在我国也是相当严重的。据1992年遥感测算，我国水土流失面积约为180万平方公里，占国土面积的18.8%，比解放初期的116万平方公里增加了64万平方公里。全国每年流入江河的泥沙量达50多亿吨，相当于全国耕地被刮去约1厘米厚的土层，其中流走的氮、磷、钾养分相当4000多万吨化肥，几乎等于全国化肥的年总产量。仅黄河每年带走的泥沙就多达16亿吨。因此，有见识的科学家感慨地说：黄河流的不是泥沙，而是中华民族的血液，现在不再是微血管破裂，而是主动脉出血。目前，我国水土流失总的情况是：点上有控制，面上在扩大；小片治理，大片加重；上游流失，下游淤积；灾害加重，恶性循环；破坏大于治理，水土流失面积有增无减。

我省的水土流失问题也比较严重。目前，全省水土流失总面积已达33.4万平方公里，竟占到全省土地面积的40%。其中我省黄河流域水土流失程度最为严重，达7.5万平方公里，占全省水土流失面积的22.5%，占整个黄河流域水土流失面积的17.5%。黄河每年

从我省境内带走的泥沙量高达8814万吨，对此有人调侃，“河公”在青海移山了。我省长江上游及源头地区水土流失面积10.6万平公里，占全省水土流失面积的31.7%，占整个长江流域水土流失面积的14.3%。我省境内每年输入长江的泥沙量达1232万吨，我省内陆河流域和其它地区水土流失面积15.2万平方公里，占全省水土流失面积的42.5%。全省平均每年新增水土流失面积0.21万平方公里。而且我省水土流失面积、侵蚀程度、危害程度呈加剧之势。

水土流失的危害是使耕地表土流失，降低了土壤肥力，地力减退，土地资源被破坏，使粮食生产存在潜在危机。随着水土流失，耕地不断损失有机质含量，会使土地出现严重的营养缺乏症。据对4个市的测量分析，土壤有机质每年以0.02%的速度下降。除普遍缺氮外，30%以上的耕地缺钾，90%以上的耕地缺磷，100%的耕地缺乏微量元素。耕地健康状况的每况愈下，势必影响农作物产量。同时，在水土流失区，地面被切割得支离破碎，也给农业生产带来极大的破坏。尤其是长江流域的山地丘陵区和我省的川水及绿州农业区，土层薄，经不起长期的流失。一旦流失得不到及时治理，必将成为“一毛不拔”之地，即土地将毫无生产能力。

水土流失的直接危害淤积江河湖泊，破坏水利设施。由于严重的水土流失，黄河、长江水的泥沙含量越来越高，下游河道淤积越来越严重。每年有4亿吨泥沙淤积在黄河下游的河床上，河床平均每年增高5—10厘米，不少河段的河床已高出地面几米或十几米，从而形成“悬河”。长江也正步黄河之后尘，有变成“第二条黄河”之虑，每年通过宜昌河段下泄的泥沙量也已高达6亿多吨。泥沙淤积已使我国河流的通航里程，由60年代初的17.2万公里减少到10万公里，黄河干流的7个大型水库库容减少了40%，全国完全淤废的重点水库达22座。

总之，水土流失不但是世界的重大环境问题，更是我国面临的一个十分严重的生态环境问题。

2. 土地沙漠化

当前人类面临的最严重问题是世界沙漠化。全世界沙漠化和沙漠化影响的土地面积达4000万平方公里，目前仍以5至7万平方公里的速度在迅速扩展，已使全球约12亿人受到直接威胁，每年因此造成的直接经济损失多达420亿美元，以致于全球几乎所有的大陆都被荒漠化所围困。如不加以控制让其蔓延下去，不仅21世纪初，全世界将会损失几乎1/3的耕地面积，而且长期下去，人类的立足之地也将成为问题。

我国也是沙漠化危害严重的国家之一。我国北方沙漠化土地面积已达33.4万平方公里，涉及11个省（区），212个县（旗）。80年代以来，平均每年增长2100平方公里。目前沙漠、戈壁、沙漠化土地面积达149万平方公里，占国土面积的15.5%。现在仍有约5900万亩农田、7400万亩草场和2000公里的铁路、公路受到沙漠化的威胁。伴随着沙漠化过程一起出现的还有草场退化。全国草场退化率70年代约为15%，80年代中期已达30%以上，退化面积已达10亿亩，目前仍以每年2000多亩的速度扩展。

我省的土地沙化情况也相当严重。全省沙漠化面积已达1252万公顷，潜在沙漠化面积98万公顷，主要集中在柴达木盆地、共和盆地和黄河、长江源头地区。目前沙漠化面积仍以每年13公顷的速度扩大。特别是长江源头沙漠化的速度惊人。通天河上游几十年前还不曾有一片一片的沙丘，近10年来原本绿色的河滩和草坡，已出现了一条长达40公里的沙丘。就连长江第一座城市的曲麻莱县城周围，近10年间已有467平方公里的草场变成了沙漠，县城直接受到沙漠的威胁。同时，我省草地退化问题也十分突出。全省中度以上退化草地面积733万公顷，占草地总面积的20.1%；严重退化草地440万公顷，占12.2%；沙化草地193万公顷；“黑土滩”面积333万公顷。与50年代相比，单位面积产草量下降了30%—80%。据对黄河源头3.8万平方公里的卫星遥感图片的判断，近10年的草场退化

速度比10年前加快了一倍多。

土地沙化不仅减少了大量生产用地，使耕（草）地退化，造成了直接的经济损失，而且直接威胁着河流、库区和交通安全。仅我省因草场退化每年的经济损失就愈亿元。国家大型水电厂龙羊峡库区周围被流沙包围，年流进库内的沙就达384万立方米。柴达木盆地和共和盆地等风沙区沙化程度的迅速扩大，对城镇、农田、青藏铁路、龙羊峡库区和其它设施的安全构成严重威胁，也威胁到人畜的生存环境。

三、土壤污染

土壤污染主要是指一些污染物不断进人土壤，使有害物积累到一定程度，超过了土壤的自净能力，引起土壤质量恶化的过程。

土壤污染的主要原因是由于人类不科学的生产和生活活动所产生的大量污染物所引起的。土壤原本具有纯粹的自然属性，具有一定的自净能力。它可以容纳一定的废物，并经过它的物理的、化学的和生物作用，使其不断的分解与化合，稀释或富集，迁移或转化，通过向其它环境介质的传递或交换，在循环过程中实现自净。但随着人口的急剧增加，以及现代大工业和农业生产的快速发展，人类生产和生活所产生的许多垃圾和废弃物（包括大气烟尘和污水）对农田不断侵袭，加之农药、化肥、塑料薄膜的大量使用，使土壤中的有害物质含量过高，土壤中微生物的生命活动受到抑制或破坏，土壤理化性质发生异变，极大的干扰和破坏了土壤的自净能力，导致土地肥力降低，农作物生长发育减退和产品质量变坏。

土壤污染及其危害是当前比较突出的环境问题。当前的土壤污染及危害主要表现在以下几个方面：

1. 固体废物对土壤的污染

这里的固体废物主要指工业废渣和城市垃圾及农用废旧塑料薄膜。它们被掩埋或混杂在土壤中，既不易被土壤微生物分解，又不易挥发驱散，长期滞留在土壤中，经过雨水冲洗，使大量可溶性有

害物质渗入土壤，造成严重污染。特别是各种塑料薄膜碎片，混杂在土壤中，既影响耕种，又破坏土壤中水、空气和温度的正常调节，还会使农作物根系被塑料紧紧围困而无法深入土壤中吸收营养，影响农作物生长发育，降低农作物产量。

2. 大量施用化肥和农药对土壤的污染

化肥和农药的合理使用，无疑对于防治农作物病虫害和增加农作物产量具有重要作用。但大量的不合理使用，对土壤的污染及危害却是十分严重的。

长期大量施用化肥，会改变土壤的物理性质，使土壤板结，肥力下降，导致农作物减产。近几年，我国平均亩施化肥已由1965年的2.1公斤跃至60公斤，超过了世界平均亩施化肥量6.3公斤的近10倍。比号称“石油农业”的美国还要高。农民反映过去1公斤化肥可增产5—7公斤粮食，现在只能增产1—3公斤。同时，过量地施用化肥，还会使农产品质量下降。

残留在土壤中的农药也会污染土壤，主要是有机氯农药，如DDT、六六六等。这类农药药效时间长，其残留物能够长期停留在土壤中。而这些农药又有挥发性，进入大气后又会通过降水和降尘返回土壤。在这种残留物较高的土壤中收获的农作物往往含有农药残留物。我国有机氯农药对土壤的污染已接近日本，超过欧美。1983年3月，我国已全面禁止有机氯农药的生产和使用，使有机氯在土壤中的残留量才逐年有所下降。

3. 工业废水和生活污水对土壤的污染

农田用未经处理的工业废水和生活污水灌溉土地，会使土壤受到污染。因为其中所含的汞、镉、病原菌和病毒等有害物质都会大量进入土壤，并污染农作物。虽经处理的废水、污水，不适当的灌溉也会使土壤生态系统受到破坏，造成土壤污染。据调查，我国由于不适当的利用废水灌溉，已使1000多万亩耕地受到重金属和有机化学物质的污染。其中受镉污染的耕地达20万亩，涉及11个省、25

个地区。

总之，土壤污染的危害不仅是使土壤品质变坏，影响农作物产量，而且还通过粮食、蔬菜，水果等农产品危害人体健康。如发生在日本富士县神道川流域的“痛痛病事件”，就是由于含镉废水对土壤的污染，使大米含镉，食用这种大米的人普遍患周身骨痛以至骨折死亡。我国某地农村受小磷肥厂排出的含氟废气、废水影响，土壤被严重污染，表层土壤含氟量超标25倍，水稻叶子发黄，谷粒空瘪；小麦秸秆变黑，产量下降；吃了这些大米、小麦后四肢无力、关节酸痛，普遍出现氟中毒症状。

第三节　防治土壤污染　保护土地资源

污染物进入土壤后，一般很难清除。因此，首先要防止土壤污染，一经污染，就要采取必要的措施，予以治理。

一、防治土壤污染

土壤污染的防治要贯彻防治结合，以防治为主的原则。对已造成的土壤污染问题，要有计划、有步骤地治理，把分散治理与区域治理相结合，但更重要的是污染源的消除控制，要防止或减少新的土壤污染的产生。以防为主，就是首先着眼于土壤的净化和保护，采取各种措施，把人工治理土壤污染与土壤自然净化相结合，合理利用土壤的自净能力，使防治土壤污染做到经济、科学和有效。具体地讲，可采取以下这些措施：

1．消除控制土壤污染源

在调整工业布局，搞区域规划，合理组织生产、消费的类型和规模的基础上，对工业废渣、废水，生活污水和人类粪便及垃圾进行无害化处理，对灌溉农田的污水进行严格的监测和控制，合理、科学地利用污水灌溉农田和使用农药及化肥，全面禁止和使用有机氯农药的生产和使用，积极发展高效、低毒、低残留的农药，大力

推广生物防治技术。

2. 大力发展生态农业

生态农业是有机农业与无机农业相结合的农业。无机农业就是向农业最大限度的投入工业的物质、能量。如大量使用化肥、农药、塑料薄膜和推行全盘机械化。它虽然可以较快地提高农业产量和劳动生产率，但有可能造成土壤污染和土壤结构恶化及水土流失。有机农业是指在农业生产中投入的主要是有机能量，如增施有机肥料，利用生物固氮、作物轮作提高土地肥力，生物防治病虫害，提高光能利用等，挖掘农业生物的自身潜力，保护环境及土壤，维持生态平衡，保障人畜健康。生态农业是我国农业发展的根本方向，大力发展生态农业也是净化和保护土壤的重要措施。

实行有机农业与无机农业的协调发展和最佳结合，把合理使用化肥与有机肥并用，彻底改变我国目前重化肥轻农肥的倾向；把农药防治病虫害与生物防治病虫害相结合，并且强调生物防治，各取其利而避其弊，既可以在一定程度上解决单纯发展无机农业所产生的弊端，防止土壤进一步污染，又可以打破传统农业的局限，用工业武装农业和保护土壤，合理利用土壤的自净能力，大幅度地提高农业生产力。

3. 注意土壤水分和肥力的合理调节

农作物的生长需要从土壤中不断汲取水份和各种养分，为了保持土壤的物质平衡，需要不断调节土壤中的水份和肥力。这也是保护土壤的重要措施。调节土壤水份最有效的措施就是发展科学灌溉。即根据不同类型的土壤特点、土壤水份季节性动态和农作物需水规律来制订科学用水的灌溉制度，并采用先进的灌溉技术（如喷灌、滴灌等）。这样可以防止土壤淀积、板结，既满足作物生长需水，又大大节约用水，还能达到改善土壤环境、以水控肥、以水控温、促控农作物生长，实现高产的目的。至于调节土壤的肥力，则要根据土壤、气候、作物种类、品种、营养临界期和最大效率期及

生产目的等，来确定施肥期，施肥量、施肥部位和施肥重点等，来调节土壤养分的供应强度和持续时间，以促进供需关系的协调，保持土壤肥力。

总之，土壤是一个可更新资源，人类应防治土壤污染，合理利用，做好土壤保护工作，才能使其不断更新，为人类永续利用。

二、保护土地资源

土地资源的保护，既是一种自然资源的保护，也是环境保护的重要组成部分。保护有限的土地资源，是关系人类生存和发展的重大问题。我国政府已把“珍惜每一寸土地，合理利用每一寸土地”作为我国的基本国策。因此，我们必须采取有力措施，加强土地资源保护。

1. 依法保护土地

国家已经制订了一系列有关保护和合理利用土地资源的法规。其中《土地法》是调整土地关系的主要法律文件，与此相配套的还有《草原保护法》、《森林保护法》以及《国家建设征用土地法》等法律和有关文件。当前，我们要加强土地管理机构的队伍建设，提高执法队伍的业务素质，秉公执法，依法打击各种违法行为，将土地资源保护逐步纳入法制化轨道，依法保护土地资源，加强土地管理，达到物尽其用，地尽其力，以较少的人均土地资源，保证和促进我国经济建设的最大限度的发展。特别要注意保护耕地，严格各项建设征用土地的审批程序，防止乱占和浪费耕地良田。在制订城市建设规划时，必须尽可能少地占用耕地，应最大限度地做到：能用荒地和废地的不用耕地；能用坡地的不用平地；能改造旧区的不建或少建新区，对于违犯土地法规和审批程序，乱占浪费、破坏、污染耕地的行为，要追究领导责任和法律责任。

2. 因地制宜，发展农业生产

发展农业生产，应根据不同地区的生态条件因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，防止盲目垦荒造成水土流失、土壤侵

蚀、水源枯竭和气候恶化等严重后果。在广大农牧区，提倡综合开发，调整农林牧生产结构，发展农林牧多种经营相结合的生态——经济结构模式。特别是对草原牧场，要实行轮牧，控制单位面积畜牧量，合理放牧，以草定畜，合理配制畜种。同时要因地制宜地建立饲料基地，人工种草，增加人工补饲，减轻天然草场的压力，防止草场退化及沙化。对于山区的森林、生物、土壤等资源，也应根据它们的再生机能等特点，加以科学利用和管理，使它们既能够生生不息，不断为人类所利用，又不破坏它们所生息的土地和生态环境。

3. 保护植被，不断提高植被覆盖率

这是保护土地资源，防止水土流失和土地沙漠化，改善生态环境的重大措施。我国政府已决定全面停止长江、黄河上中游地区的天然林采伐，大规模封山育林，种树造林，继续建设三北防护林、长江中上游防护林、沿海防护林、平原防护林、太行山防护林等工程。我省制订的《青海省生态环境建设规划》所确定的今后全省生态环境建设的总体目标，是用大约50年左右的时间，使全省适宜绿化的土地种上林草，水土流失基本得到整治，草原植被得到恢复，建立起比较完整的生态环境监测防治网络，大部分地区生产条件和生态环境明显改善。因此，我们要大力保护现有植被，并努力造林、种草，不断提高我省的植被覆盖率。特别要注意我省长江、黄河源区在高寒气候影响下形成的高寒草甸、高寒灌丛、高寒草原及湿地植被的保护工作。这不仅对于青海、青藏高原的土地资源保护，而且对于全国乃至整个地球的生态环境保护和建设都具有非常重要的作用。

第九章　大气环境

人类和生物生存在大气环境之中，利用大气又影响着大气环境。人类的生活和大规模的生产活动不断污染和破坏大气，使大气环境日趋恶化，给人类的生产和生活带来众多不利影响，也威胁着生物的生存和人的健康。因此，防治大气污染，保护大气环境，是环境科学研究的一个重要课题。

第一节　大气与大气环境

大气是形成大气环境的中心物，大气环境是重要的自然环境之一。

一、大气

大气是聚集在地球周围的气体，是以氧、氮为主的干洁空气、水汽、微尘等的混合物。它的组成状况按温度随高度发生变化。大约在85公里以下的大气组成比例大致相同。其中，基本不变的气体成份主要有氧、氮、氩，占空气总体积的99.96%，还有氦、氖、氪等微量稀有气体；可变的气体成分主要有二氧化碳、水汽、臭氧等，这些气体含量虽少，但对大气物理状况的影响却很大；大气中的不定成分主要有硫氧化物、氮氧化物、尘埃、煤烟等，这些物质是造成大气污染的主要来源。

人们一般认为“大气”和“空气”这两个名词没有实质性差别，可以作为同义词。在环境科学中，我们把这两个名词的含义加以区分。我们把对于室内或某个地方供动植物和人体生存的大气称为空气；而把以大区域或全球性的气流状况作为研究对象时，则称

为大气。同时，把区域性的空气污染也称为大气污染；把没有水气和微尘的大气称为干洁空气；把悬浮在空气中的水滴（如云滴、雾滴）、冰晶、固体微粒（如尘埃、花粉）称之为大气悬浮物。

二、大气层

在地球引力的作用下，大量气体聚集在地球周围，形成了一个围绕地球表面的气体圈层，就是大气圈。人们把大气圈按不同的物理性质随高度划分为若干层次。由地表向上，通常分为对流层、平流层、电离层等。不同层次的大气，对人类有不同的用处。对流层紧接地表，对流运动很显著，是热量铅直输送的主要控制因子，使集中在该层的水气形成云和降水，对人类生产生活和各项活动发生直接影响。人类和生物赖以生存的空气也主要集中在这一层，人类的生产和生活活动及地球表面的其它各种因素也直接对该层产生影响。平流层中的臭氧层能够吸收危害人体和生物生命的太阳紫外线辐射，对人类和生物起保护作用。电离层能阻挡极光、流星等天外来物，还能反射无线电短波，使人类实现无线电通讯等。

大气层对于人类和生物的生存发展起着支撑作用，是人类共享的自然资源。大气环境状况，实质上就是大气层的状况。

三、大气环境

大气环境是人类赖以生存的重要自然环境，主要指围绕大气并与大气有关的周围事物的情况和客观条件。它对地球表面的生态系统有决定性影响。

人类的生产和生活活动及一些天然事件（如火山的喷发），不断地影响着大气环境的原生性。特别是最近几十年来，在人类大规模的生产活动和生活活动的直接影响下，大气污染日益严重，大气层的组成状况发生了惊人的变化，出现了臭氧层空洞、地球变暖等全球性环境问题。大气环境正在日趋恶化。

大气环境直接关系到人类和生物的自然生存条件。大气环境问题的影响范围也很大，涉及全球，对世界各国都有影响，需要全人

类的共同努力，解决的道路也将是漫长的。

第二节　大气污染及其危害

大气污染是指在正常的大气成分中，增加了新的成分或原有成分骤然增加，其浓度超过了大气的自净能力，达到了对人体和生物体直接有害程度的现象。这些新增加的成份，有的直接对人体和生物产生危害，有些则作为催化剂或直接与大气中某些物质发生化学反应产生有害物质，引起空气成份异变，甚至大气层组成状况发生变化，危害人体和生物体。大气污染日益严重是大气环境日趋恶化的主要原因。因此，分析大气污染的类型及原因，认识大气污染的危害，是防治大气污染，保护大气环境的重要前提。

一、大气污染的类型

大气污染的物理和化学性质比较复杂，污染物的毒性也不相同。从大气污染物的种类分析，大气污染的类型主要有以下几种：

1. 粉尘污染

粉尘是指颗粒较大的落尘和颗粒细小的飘尘，这些悬浮颗粒物是大气中最常见的污染物。它主要来源于资源和能源开发利用的各种生产场所、生产设施和装置，大气层核试验的降落物及火山喷发中排放的火山灰等。这些粉尘污染物的成分很复杂，其中有金属、硫酸盐、硝酸盐、有机化学物和放射性物质等，还可能吸附一些其它有害的气体物质，可以进入呼吸道，肺细胞和血液，造成眼外伤、气管炎、肺气肿和肺癌等疾病。在70年代，从发达国家到发展中国家，城市大气中悬浮颗粒物浓度都较高。据估计，从70年代中期到80年代中期的近10年内，全世界约有7.4万吨镉、58.5万吨铜、330万吨锌、430万吨铅以及大量放射性物质被排入大气，急剧地改变着大气的成份。虽经80年代中期以来，发达国家普遍采取了大气污染控制措施，大多数城市中大气悬浮颗粒物浓度明显下降，

但据世界银行1992年世界发展报告中的材料看，全世界仍有近一半的城市人口生活在污染比较严重的大气环境中。其中，北京1987—1990年城市中心商业区大气悬浮颗粒物年平均浓度为413微克/立方米，大大超过世界卫生组织规定的60—90微克/立方米的指南值，处于最严重的粉尘污染之中。

2. 二氧化硫污染

由燃煤或石油产生的二氧化硫气体是排入大气中数量最多，范围最广的废气，也是目前造成大气污染的主要物质。它往往和飘尘一起进入肺部，也可在空中停留并与水气结合形成酸雨。随着能源利用量的增长，全球人为的二氧化硫的排放量每年仍大约以4%的速度在增加。据估计目前全球每年二氧化硫的排放量约为3亿吨，其中人为的排放量占一半以上。在全球人为的二氧化硫排放量中，90%的来自北半球，美国和前苏联是两个最大的排放源。但我国1992年的二氧化硫排放量已达1685万吨，虽不比美国多，却由于集中在城市地区，也使城市环境质量日趋恶化。

3. 氟和氟化氢污染

从电解铝、磷肥等有机化工厂及一些家用电器排放出来的氟、氟化氢气体的毒性比二氧化硫大20倍，不但对植物、土壤、家畜有毒害作用，当空气含氟浓度达8PRn时，也直接危害人体。我国70年代中期土法上马的一些化肥厂，排放含氟废气，到处污染。有一个年产3万吨的磷肥厂，每天排出的氟化氢竟达几百公斤，空气污染半径达1公里左右。

4. 一氧化碳污染

当前，全世界每年由工厂设备和汽车排放的一氧化碳气体总量达2.2亿吨，其中80%是汽车排放的。一氧化碳可在大气中停留2至3年，吸入人体后，直接危害中枢神经，当空气中含量超过一定浓度时会使人中毒，甚至致人死亡。特别是在一些城市的交通干线和路口，往往由于汽车尾气的排放，使周围一氧化碳超标。

5. *光化学烟雾污染*

过去诗人笔下"工厂林立，浓烟滚滚"的赞美之词，如今成了大气污染的绝妙写照。"阿波罗7号"宇航员从太空眺望，"城市上空全是一层厚厚的烟雾。"我国首都北京的烟雾日，50年代平均每年为45天，70年代增至100天，80年代多达199天。尤其是汽车和工厂排出的氢氧化物和碳化物，经太阳紫外线照射后会生成一种浅蓝色烟雾，毒性很大。这种烟雾最早于1946年出现于美国洛杉矶，现在各发达国家都相继出现。1970年夏季日本东京的光化学烟雾整整持续3个多月，仅一天就有6000多人受害，眼睛肿痛，呼吸困难、手足抽搐。人们惊呼它是"杀人的烟雾。"我国兰州市日照强烈，三面环山，由于石油化工企业排放出的大量石油烃和氮氧化合物，从70年代中期就已经出现了光化学烟雾，有时汽车白天也要开灯行使。

二、大气污染的危害

大气污染已对自然生态平衡、工农业生产及人民身体健康等方面造成了不同程度的危害。在一个地区内，一般来说，造成大气污染的污染物很少是单一物质，而是由几种污染物混合起来造成的，带来的后果是严重的。

1. *毒物致癌*

近年来，世界肺癌死亡率猛增，这与大气污染有很大关系。据统计死于肺癌者，1973年比1950年美国增加了25倍，日本增加了7倍。我国北京、上海近20年内也增加了2倍。在这里仅以飘尘污染为例来说明大气污染与致癌的关系。几十年来，一些国家作了大量的研究，认为在城市中，工业集中，生活和生产过程中向大气排放出的致癌物质较多。长期生活在这样的地区的人，肺癌发病率相当高。而厨房的空气污染与肺癌死亡率的相关系数最大。据我国学者研究，在通风不良的厨房里，一氧化碳的日平均浓度为国家卫生标准的5倍多，氮氧化合物的日平均浓度为国家卫生标准的14倍，苯

并芘的浓度相当室外大气的最高浓度值。特别是苯并芘是一种致癌物，对人体危害极大。

2. 大气污染对居民健康的影响

大气污染对人体健康的影响主要是指污染物对粘膜的直接作用。当然，关于有害物质进人人体后对其他器官或全身产生间接作用也不应忽视。因而，从某种意义来说，大气污染对人体健康的影响主要是指污染物对人体呼吸器官的作用结果。

大气受到污染后对居民的生活卫生方面带采了不良的影响，如烟雾弥漫、影响开窗、家具落灰、影响晒衣，金属腐蚀等，其影响程度随着程度不同而不同。大气污染后居民患病率高，在大气污染严重的地区，居民慢性眼结膜炎的比例很高。特别是大气中颗粒物、降尘、二氧化硫对人体呼吸系统危害很大，10微米粒径以下的飘尘可以直接进入各个呼吸器官，加上二氧化硫的协同作用，可引起上呼吸道发生病变，如咳嗽、喉痛、喉头炎、支气管炎、支气管哮喘、肺气肿等。同时，大气污染对儿童健康造成了影响。因大气污染使能见度降低，太阳紫外线照射量减少，从而影响儿童体内维生素 D 的形成，降低了儿童对钙的吸收，增加了患龋齿和佝偻病的可能性，影响儿童的生长发育。据资料统计，当大气中的飘尘浓度达0.1毫克/米^{3}时，太阳紫外线照射量减少7.5%，儿童佝偻病患病率就很高。

3. 大气污染对工农业生产造成的危害

大气污染对农业生产的危害是显著的，它能改变土质、伤害作物，使牲畜中毒、农业减产。如我国包头钢铁公司在80年代每年向大气排放大量含氟气体，造成大面积污染，致使该地区的粮食、蔬菜、牧草中氟的蓄积量高出非污染区的几倍、十几倍、甚至几十倍，受害最严重的是家畜。由于氟污染，家畜中出现“长牙病”，主要是羊表现最为突出。“长牙病”的症状，主要是家畜臼齿形成

高、低悬殊的长、短牙，影响其采食、咀嚼，同时还表现为面骨肿胀，槽口变窄，牙黑松动，腿拐瘫痪及流产、抽疯等。大气被氟污染，牧草暴露在大气中生长，将大气的氟蓄积于牧草内，家畜长期食用高氟牧草，引起中毒。80年代后期，包钢经治理后，排氟量有所削减，家畜受害才有所减轻。

大气受化石燃料燃烧排出物污染对环境的破坏严重，危害面广。它使水体、土壤变质，危及动、植物生长，当大气中二氧化硫含量达到0.06毫克/米^{3}时，农作物便会受害。使农作物减产，造成巨大损失。

大气污染不仅危害农业生产，而且也直接影响到工业生产的质量。空中颗粒物多会降低机械加工精度，使无线电元件合格率大幅度下降，对精密仪器的安装、调试、使用都会产生不良影响。空气中的二氧化硫、氮氧化物等酸性气体对金属材料、机械设备、建筑设施的化学腐蚀，增加了维修经费，缩短了使用寿命，提高了产品成本，造成了不应有的损失。

4. 大气污染对气候的影响

最近几十年来，人类每年的生产和生活活动向大气排放的二氧化碳百亿吨，使大气中的二氧化碳含量不断增高。仅从1950年到1985年，全球排放的二氧化碳等气体物质就增加了20倍，世界上6个工业化大国排放的温室气体就占45%。这些气体的积累可能引发温室效应，使地球的气温上升，严重影响着地球的气候。

随着全世界燃料耗量增多，农业机械用燃料增多和机耕扬土增多，大气浑浊度成为影响气候不可忽视的因素。同时，城市的“热岛效应”可以引起城乡大气环流，从而进一步影响气候，例如尘土也随空气运动而分散到远处。

全球的气候异常，会使干旱、半干旱地区变得更加干旱，水涝地区水患更加严重。尤其是中纬度地区，夏季少雨、蒸发量大、不

但使农作物减产，而且使内陆湖泊、水库的水位下降乃至干涸。而高纬度地区则可能出现渍涝、水患，导致农业严重受损，粮食危机加重。同时，气候变化异常将会使自然界失去它原有的协调性，对整个生态系统产生不良影响。人们能看到的最明显的变化将是全球植物带的变迁。特别是北半球，所有的植物带将会向北极方向迁移，从而对世界农业、林业、牧业以及野生动物和人类的生活环境带来不利影响。

5. 经济受损和影响国际安定

大气污染造成的直接经济损失也相当可观。仅美国因空气污染每年就损失135亿美元，而荷兰每年的损失相当国民生产总值的2.6%。据统计，1984年原联邦德国因酸雨对森林的危害，造成的经济损失达200亿马克，且损失额每年增加20至30亿马克。据法国林业部门计算，每公顷林区遭酸雨破坏后，重新恢复要花费10000—12000欧洲货币单位。我国湖南株州冶炼厂和化工厂曾因将二氧化硫排空，一夜间造成了3万亩早稻受害，减产粮食400万斤。大气污染造成的经济损失之巨可见一斑。

大气污染也影响国际安定。如英国超高烟囱排放的有害气体，横跨欧洲，造成“偷越国境的大气污染”，引起了国与国之间的矛盾和争端。

总之，大气污染的危害是严重的，当代人类值得警醒。

第三节　保护大气环境　防治大气污染

大气污染物扩散快，影响范围大，涉及全球。因此，当代人类需要有一种新的全球责任感。要充分认识到人类是生活在一个相互密切联系的世界上，防治大气污染，不仅需要每一单个国家自觉地行动起来，而且需要国际社会的通力合作和共同努力。保护大气环境，是当代人类共同面临的重大课题。

一、加强大气环境监测，搞好大气质量评价

大气环境监测是防治大气污染的基础性工作。它主要是广泛运用现代物理、化学新技术及生物反应，经常性监视、检测代表大气环境质量的各种数据，及时发现大气污染物、污染范围、原因、影响及污染源，为治理大气污染提供准确可靠的科学依据。目前，一些工业发达国家已普遍采用自动分析仪器进行大气环境监测。如日本的大气监测，所有项目都是由无人监测站进行，用发报机自动将数据送到监测中心，经电子计算机整理，超过标准时发出警报，提请发生大气污染的地区或单位采取措施治理。我国1983年也已经在全国15个重点城市首批建成“大气地面自动监测系统”，并全部投入运行。目前需要进一步加强这一方面的工作。

未受污染的大气在水平方向的空间中，几乎没有差异。这说明大气质量的优劣，主要取决于受人类污染的程度。为此，必须鉴别大气污染。大气污染对人体健康和生物生存有直接和间接的影响，因此，人们常常用污染了的大气所引起的人体和生物体的变化来判断是否发生了大气污染。大气污染对人体健康的影响比较明显，会引起人体感觉器官和生理机能的不适反应，出现亚临床或临床体征及潜在的遗传效应，甚至急、慢性中毒及死亡等。大气污染对生物体的生长发育也会产生影响。如大气污染程度如果超过了植物的忍耐限度，会使植物的细胞受到严重伤害，生理功能和生长发育受阻，甚至造成植物个体死亡、种群消失、植物群落组成发生变化等。因此，现在对大气质量的评价，主要用正常大气和污染了的大气对人体健康的影响作为尺度，也适当考虑对生物生长发育的影响。在搞好大气环境监测工作的基础上，我们需要进一步加强大气质量评价工作。

二、有效控制大气污染

大气污染是全球性的重大环境问题，需要经过长期努力才能得到根治。同时，鉴于目前大气污染的严重程度，防治大气污染，首

先要有效地控制大气污染。治理排放出的大气污染物，控制和消除大气污染源，减少和防止大气污染物的排放，是目前有效地控制大气污染的根本措施。

治理排放出的大气污染物，要按照大气污染物的化学、物理性质，采取不同的治理方法。对于烟气中的有害气体，可采用吸收、吸附、膜分离技术和催化转化等方法进行治理，例如用碱性溶液吸收废气中的二氧化硫；用碱吸收法处理烟气中的氮氧化物等。对烟气中的尘埃采用尘埃控制技术加以治理。如水泥厂烟囱中安装真空静电除尘器，有效防止有害粉尘的排出。选择抗菌、抗毒害气体的树种吸收大量二氧化碳、二氧化硫，并过滤大气中的尘埃和有毒物质等等。

控制和消除大气污染源，减少和防止大气污染物的排放，要在搞好区域规划，调整工业布局，合理组织生产、消费的类型和规模的基础上，首先要改变燃料的物质组成，推广燃烧新技术，改进燃烧装置，尽量减少烟尘和气态污染物的生成量。如1985年，我国许多城市采取锅炉改造、对燃料进行预处理，将煤脱硫或液化、气化，消烟除尘和推行集中供热，改进汽车化油器减少尾气中的有害成份等措施，建设了105个烟尘控制区，有效地减轻了大气污染。其次，要采用无污染或低污染的工业生产工艺，发展生态工艺，控制和消除烟尘排放。不用或尽量少用易引起污染的原料，以闭路循环的方式，使资源在生产过程中合理利用，不排放有害气体，把生产工艺纳入生物圈合理的物质循环系统。如美国真空金属公司已建成年产3万吨规模的无烟、无雾、无尘炼钢厂。再次，要改革能源结构，加强企业的科学管理，开展资源的综合利用和废气的回收加工。如尽量采用太阳能、风能、氢能等无污染能源；有色冶金企业利用冶炼烟气生产硫酸；努力减少事放性有害气体排放和逸散，及时清理和妥善处理工业和建筑垃圾，减少地面扬尘等等。

三、合理利用大气环境的自净作用，大力发展植物净化

大气环境的自净作用有物理净化，如气流的扩散、降水的淋

洗，重力的沉降。还有化学的氧化还原净化，生物的吸收、过滤、阻挡等净化。因此，要合理利用大气环境的自净作用。

首先，要充分利用大气的自净能力。大气的自净能力的强弱同气温、风速、雨量等气象条件有密切的关系。因此，认识和掌握气象变化规律，可以充分利用大气的自净能力，大大降低大气污染物的浓度，减少或避免大气污染的危害。

其次，要大力发展植物净化。许多植物在污染物不超过环境自净能力时，对大气具有净化作用，能够吸收氟化氢、二氧化硫、二氧化氮、乙烯、苯、醛、酮、氯等气体。如柳树、杉树、银杏、松柏、石榴、棕榈、梧桐、榕树、苦楝、夹竹桃、柑桔等树木和黄瓜、芹菜、玉米等能吸收二氧化硫；有些植物还能净化铅、镉等重金属；而一般的绿色植物都吸收二氧化碳释放氧气，还能够阻隔、吸收、过滤空气中的灰尘和发射性物质及其辐射。如每公顷云杉林每年滞尘量为32吨，油松林为36吨；一些绿色植物能够分泌杀菌素，杀死和抑制细菌，如一公顷桧柏林每天能分泌60斤杀菌素，可杀死白喉、伤寒、痢疾、肺结核等病菌，混浊颜色的水流经大片林地后会变得透明，细菌含量可减少90%以上，全世界森林每年大约散发1.75亿吨杀菌素。可见，植物不仅具有美化环境、调节气候的功能，而且能够吸收有害气体，截留粉尘，减少空气中的细菌和放射性物质等净化大气的多种功能。

充分发挥植物净化大气的多种功能，大力发展植物净化是防治大气污染行之有效的一种方法和措施。大力发展植物净化，能够大范围、长时间持续净化大气，不仅能够降低大气中的有害气体的浓度，减少空气中的灰尘、细菌和放射性物质，而且能够保持大气层中氧和二氧化碳的平衡。根据有关测定，氟化氢通过40米宽的刺槐林比通过相同宽阔的空旷地后的浓度可降低约50%，二氧化硫通过宽15米的法国梧桐林带，浓度可降低25%—75%；一个位于绿化良好地区的城镇，其降尘量只有缺乏树木的城镇的1/9到1/8；每公顷

树林一年释放的氧气，落叶林为16吨，针叶林为30吨，常绿阔叶林为20—25吨，一株树令百年的山毛榉，其叶片进行光合作用时，每小时可吸收二氧化碳约2.4公斤，释放氧1.7公斤。

大力发展植物净化，不仅要保护森林，而且要在城市和乡村广泛开展绿化造林活动，不断提高林木覆盖率。特别是在城市和工业区，要有计划、有针对性的选择能够吸收有害气体和防尘的优良树种绿化环境，扩大绿地面积。如水泥厂，要选择刺槐、杨树、榆树、云杉、女贞等理想的防尘树种，绿化厂区。只要我们高度重视大力发展植物净化这个有效防治大气污染的措施，并坚持和长期努力，就会取得防治大气污染的明显效果。

当然，防治大气污染，需要把人工治理大气污染物与合理利用大气环境的自然净化相结合，才能投资省，收效快。

总之，大气污染是严重的，但并非不可防治。如曾以大气污染严重而闻名于世的伦敦，经过治理，大气中的尘埃粒子大大减少，从而降低了形成烟雾的条件，使得雾日自1975年起减为每年16天，到1980年只有5天了。我国广州化工厂曾经是“毒气满天飞，烟云罩大地”，经过大力治理和绿化，现已成为花园式工厂，联合国环保专家来厂参观后也赞叹不已。这些事实都说明，尽管大气污染严重，而且新的大气污染问题还会出现，但从根本上说，随着社会进步和科学技术发展，人类是有能力防治大气污染的，大气环境质量会得到不断改善，人类定将生活在一个良好的大气环境之中。

第十章 生物与环境

人类生存在地球上，从生物界获取生产和生活的各种资料和食物，同时也与生物界不断进行物质、能量的交换，互相依存、互相影响。生物界是人类生产和生活的一种最宝贵的资源，生物环境在人类生活中，是一种最重要的自然环境。但随着社会生产规模的迅速扩大，人类影响自然界能力的空前加强，生物资源已在相当大的程度上遭到破坏。因此，保护生物资源和生物环境已成为现代环境科学的重要内容。

第一节 生 物

自然界是存在于人们意识之外的客观世界，它包括相互联系的两个部分：一是非生物界，即非生命自然界；二是生物界，即生命自然界。植物、动物和微生物组成了生命自然界。生物是自然界中具有生命的物体。人类本身也属生物。

一、生物界的种类

人们为了便于认识、研究、利用、保护生物，根据生物的形态和构造等方面相似的程度和亲缘关系的远近，将生物界分为若干类群，采用分类的等级法，从大类群到小类群，以门、纲、目、科、属、种等作为分类的单位。

1. *植物界*

这类生物的细胞多具有细胞壁，在营养方式上，除少数菌类进行腐生的异养生活外，绝大部分都含有光合色素，能进行光合作用，以无机物为养料，自养生活，没有神经，没有感觉。世界上的

植物约有40万种，包括真核和菌类、藻类和较为高级的苔鲜植物以及更为高级的维管植物。它们可以分为藻类植物门、苔鲜植物门、厥类植物门、种子植物门四大基本类群。

2. *动物界*

这一类的生物在细胞学上的共同特征，如核为真核，但没有质体和细胞壁。在获取营养的方式上，多以有机物为食料摄食，即通过运动器官的活动，捕食其它生物。有神经、有感觉、能运动。世界上大约有150万种动物。可分为无脊椎动物和脊椎动物两大类。其中无脊椎动物包括原生动物、腔肠动物、扁形动物、线形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物等；脊椎动物包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类动物等。

3. *微生物*

这类生物形体微小，只有在显微镜下才能看到；构造简单，由单细胞或多细胞构成；繁殖迅速，分布广泛，和人类的关系也极为密切。它包括细菌、放线菌、真菌和病毒等，共约有10万种。

二、生物界的基本特性

整个生命自然界呈现出三个基本特性，即生物的多样性、生物对环境的适应性和生命的统一性。

1. *生物的多样性*

生物的多样性是指地球上形形色色的生物及其所构成的生态综合体，主要包括物种的多样性、遗传多样性和生态系统的多样性。其中物种多样性是指生物种类的丰富程度。据世界自然资源研究所最新统计，世界上生物的数量约500万至3000万种，目前已经命名的仅190万种。广义的遗传多样性是指地球上所有生物所携带的遗传基因的总和。狭义的遗传多样性是指种内基因的变化，包括种内有着不同的种群间和同一种群内不同个体的遗传变异。生态系统的多样性是指生物群落和生存环境类型的多样性。

生物多样性是地球生命发展的产物，它对人类的贡献是难以估

量的。生物多样性的主要价值表现在农业生产、医学、工业、稳定生态、美学、教育、科研、旅游等方面，同时，各种生物物种共同构成维护人和生物生存的生态平衡链，某些物种灭绝，缺少一环，就会破坏生态平衡，而且使一些物种基因在未知道其用途前就在地球上丧失，很可能包含着人类正在寻找的那些基因，从而给人类留下严重后果。因此挽救濒危的珍稀植物和动物，保护生物的多样性非常重要。

2. *生物对环境的适应性*

任何生物都生活在一定的环境之中。环境因素可以分为非生物因素和生物因素。非生物因素包括阳光、温度、水、空气等。生物因素指与这种生物有关系的其它生物。这两类因素并不是各自孤立地影响着生物，而是综合在一起共同对生物起作用。在特定的环境中，有的因素对生物的生存特点重要，起着主导作用。但在一般情况下，单独一种因素不论对生物的生存如何重要，也只有在其它因素的配合下才能够表现出来。因此，各种生物必须与环境表现相适应。我们把各种生物与各自生活的环境表现相适合的现象称为适应。适应是各种生物生存的基本条件。每一种生物的形态结构和生活习性都与它所生活的环境相适应。一旦环境发生重大变化，生物不能适应就不能生存。可见保护环境的重要性。

3. *生命的统一性*

各种生物具有共同的基础和特征，这是生命统一性的具体表现。生物的共同特征主要表现在各种生物都是由细胞构成，细胞是生物体的结构和功能的基本单位；新陈代谢是最基本的生命过程；生殖是生物体产生新个体和种族延续发展的过程；生育是生物新个体的生长过程；遗传与变异普遍存在于生物界；生物的一切原生质都有感应性。以上这3个方面的特征，说明虽然生命表现的形式是千差万别的，但是各种生物却具有共同的基础。所以，从本质上看，地球上只有一种生命，生命是统一的。保护生物，就是保护人类自己。

第二节　生物在生态系统中的地位和作用

各种各样的生物不仅为人类提供了食物、药材、纤维、建材、燃料和多种工业原料以及科学研究的实验物，是人类生活和生产及科研不可缺少的重要资源，而且是自然生态系统的重要组成部份，在生态系统中居于十分重要的地位，具有非常重要的生态作用。

一、植物在生态系统中的地位和作用

植物，主要是绿色植物，是自然生态系统的主体和最重要的生产者，它决定着生态系统生产能力的高低，具有非常重要的生态作用。

1. 植物是生命活动和生态环境的基础

生物的生存不仅需要各种营养物质和能量，而且也依赖环境。植物是地球陆地生命活动和生态环境存在的基础。

首先，植物的生存和发展，为高等动物和人类的生存和发展创造了适宜的生态环境。从生物圈的形成和演进过程看，现在的生物圈是从30多亿年以前地球上开始出现生命以来，经过漫长年代的生物进化而逐渐形成的。在生物圈形成的原始初期，虽然有原始单细胞的生命活动，但地球陆地是一片不毛之地，到处是岩石、戈壁和荒漠，气候恶劣，也没有植物和动物，后来随着原始鞭毛的单细胞进化到单细胞绿藻及多细胞绿藻，发生了物种进化过程中的质变。具有鞭毛能在水中运动的单细胞绿藻是原始的绿色植物。多细胞绿藻可能是高等植物的祖先，它从一个方面进化到苔鲜类植物；从另一个方面进化到蕨类植物。原始蕨类植物由于适应陆地生活而大量繁殖，然后又进化到种子植物，发展成植物界。在植物的进化过程中，水生植物的大规模登陆是一个重大转折，创造了陆地植物和其它生物繁荣的局面，原始生态环境得到了根本性的改变，使高等动物和人类才有可能生存和发展起来。可见植物是陆地生态环境和生命活动存在的基础。

其次，绿色植物通过光合作用生产有机物质，这些有机物质的生产，是植物、动物和微生物的生存基础。世界上一切生物体的生存不仅需要大量碳、氢、氮这些基本元素，而且需要钙、镁、钾、钠、磷等大量营养元素，也需要铁、锌、铜、硼等微量营养元素。这些元素全部由地球供给。绿色植物不断地从地球土壤中吸收各种化学营养元素，通过光合作用将简单的无机分子转化成复杂的有机分子，生产成有机物质。据计算，每平方米草地每年生产有机干物质达500克。从生物的食物链和食物网看，绝大多数生物的有机营养物的根本来源是植物。肉食动物的有机营养来源于草食动物，草食动物的营养来源于植物，杂食性动物和异养的腐生植物及微生物的有机营养的根本来源也是植物。这样，植物就成为生物界生命活动存在和发展的基础。

再次，绿色植物能够转化太阳能，为生物体的生命活动提供必需的能量。生物有机体进行新陈代谢、生长和繁殖都需要能量，而最初的能量来自太阳，不能被生物体直接利用。绿色植物吸收太阳能，通过光合作用将其转化，储存于越来越多的有机物质之中，能量就通过食物链或食物网这条渠道不断流动，提供给各类生物，满足这些生物体生命活动的需要。我们现在大量使用的煤、石油和天然气，也都是原始动植物有机能的转化形式，而这些有机能的来源也是原始植物通过光合作用转化太阳能的结果。

2. *植物是陆地生态环境不断改善的基础*

植物与动物和微生物相比较，特别是高等植物，具有生长快、体形大、适应环境能力强等特点，它自身的生存能够给自然环境带来各种优化和良性改变，是陆地生态环境不断改善的基础。

植物能够在涵养水源、保持水土、防风固沙、调节气候等方面发挥非常重要的作用。例如，雨水过后，一般无植被山坡只能吸收降水的40%以下，草坡则达到56%，有10米宽的林带可吸收84%，80米宽的林带则完全可以使雨水变为地下径流。可见植物能够防止

水土流失、涵养水源。植物本身也相当于一个蓄水池。据估计，5万亩森林就相当于一个100万立方米贮量的水库。植物的根系可盘结住土壤，减少沙土起飞，枝杆可降低风速，减少沙丘流动。一般40米深处的树林内风速可减少40%，到200米林木深处可完全处于平静无风。全球植物每年向空中蒸腾水量约90亿吨。植物在这些方面所发挥的作用，就使得陆地雨水增多，气候湿润，湿差和尘沙减少，从而使自然环境得到优化和良性改变。这样，就奠定了陆地生态环境不断改善的基础，不仅有利于生物和人类的生存，而且能保障农牧业生产的发展。国内外的经验都已证明，如果一个国家或地区的森林覆盖率达到30%以上，而且分布比较均匀，那么这个国家或地区的生态环境就比较优越，农牧业生产就比较稳定。

3. 植物在保护和改善生态环境方面有着巨大的效能，是自然生态的坚强保卫者

植物在保护和改善生产环境方面的效能，主要表现在通过光合作用吸收二氧化碳和制造氧气，以及过滤尘埃、杀灭细菌、净化空气、消除噪音等方面。

绿色植物是二氧化碳的消耗者和氧气的生产者。通常1公顷阔叶林一天可吸收1000公斤二氧化碳，释放出730公斤氧气。这不仅对于保持空气的清新有着十分重要的作用，而且对于保护和改善生态环境也有着巨大作用。因为地球上的二氧化碳主要来自动植物呼吸、矿物和有机燃料的燃烧、有机物的分解或氧化等，空气和水中的二氧化碳增多，会给生态环境带来许多危害，如缺氧、气温增高等。绿色植物通过光合作用吸收二氧化碳并把它固定到有机物中，能够清除二氧化碳，使空气和水中的二氧化碳的含量降低；世界上的生物的生存一般都需要氧气，而地球上氧元素含量虽然很高，但处于游离状态的空气中和水中的氧气却十分有限，又不断地被生物呼吸、燃料燃烧和自然氧化过程所消耗。植物通过光合作用可生产大量氧气，补充了空气中氧气的消耗。所有这些，对于保护改善生

态环境都发挥了巨大的作用。

植物的叶表面粗糙，大多生有茸毛，有的还分泌油脂和粘性物质，能够吸附和滞留空气中的粉尘；有的林木能在低浓度范围内吸收二氧化硫、氯气等有毒气体；许多林木能够分泌出强烈芳香的挥发性物质，具有较强的杀菌能力。所有这些都说明植物能够净化空气，具有保护和改善生态环境的巨大效能。

二、动物在生态系统中的地位和作用

各种动物都是异养生物。它们自己不能生产有机物质以供养本身，而是直接或间接依赖绿色植物所制造的有机物质获得营养和能量。这种营养方式决定了动物在生态系统中主要居于一种消费者地位。但是动物在生态环境中的消费并不是消极的，而是通过消费和自身的积极活动，给植物和微生物的生存和竞争提供有利条件，推动整个生态系统的运行和平衡，具有十分重要的生态作用。

1. 推动生态系统的能量流动和物质循环

生态系统是一个能量流动和物质循环的系统。从环境——生产者——消费者——分解者——环境之间，能量不断地单向流动，物质不断地反复循环，这是地球上生命得以存在，生态系统得以维持和发展的根本原因。动物是生态系统的主要消费者，处于生态系统能量流动和物质循环的中间环节，能够推动生态系统的能量流动和物质循环运行，从而使生态系统保持平衡，促进环境系统的整体发展。假如没有动物的存在，植物类有机物质经过死亡再重新变成有机养料的过程十分缓慢。一般在动物存在的情况下，由于植物有较强的繁殖及生长能力，动物通过一系列食物链环节可以加速有机物质的循环，并刺激和加速植物的生长。可见，动物能够推动有机物质的循环。

2. 促进植物生长

不仅动物的粪便和死尸能够增加土壤中的有机物，促进植物生长，而且动物的活动也能促进植物生长。许多在土壤中生存的小动

物在觅食、筑巢、排泄过程中为植物疏松了土壤，提供了营养；许多植物的花粉也是靠蜜蜂、蝴蝶等昆虫来传播；许多植物的种子是由动物的活动来传播；有些动物以腐烂的植物根、叶为食，为植物清洁环境；动物的啃食能够促进有些植物的分蘖和生长等。动物的频繁活动弥补了植物不能运动的缺陷，帮助和促进了植物的生长及繁殖。

3. *多种动物能维护生态系统的稳定*

生态系统之所以能够保持动态平衡，主要是由于生态系统具有维持自身相对平衡的能力，或者说，它具有自动调节的能力——反馈控制。这不仅表现在同种生物间的种群密度调节和生物与环境之间的相互适应调节上，也表现在种群之间的数量调节上。这就是生态系统中某些动物不能大量繁殖的基本原因，也就是环境与生物之间、生物与生物之间相互制约的具体表现。生态系统的自动调节能力有大有小。一般地说，生态系统的营养结构越复杂，食物链中各营养级的生物种类越繁多，自动调节能力就越大，生态平衡就越容易维持。多种动物作为多级消费者在生态系统中的存在，对维护生态系统的稳定有重要作用。生态系统中的动物种类越多，其自稳定能力越强，适应度和弹性越大。一种植物的生长繁茂，会引起啃食该植物的动物的过量繁殖，这种过量繁殖，可能会对这种植物的生长带来危害，但也会带来该动物天敌的发展，又会抑制该草食动物的过量增长，从而又保护了这种植物的生长和繁殖，使生态系统维持稳定。

三、微生物在生态系统中的地位和作用

微生物也属于异养生物，分布范围极广，是生态系统中的重要组成部分。它是生态系统中的分解者，是大自然平衡的调节者，具有十分重要的生态作用。

1. *分解还原作用*

微生物能够把动植物的尸体、排泄物和残落物等所含复杂的有

机物，分解成简单的无机物，如水分、二氧化碳和无机盐类等，归还到无机环境中去，再重新被绿色植物吸收，从而使营养物质在生态系统内不断循环利用。地球上如果没有微生物，所有的有机物就永远不会腐烂。这样，生物的尸体和粪便及残落物就会充满地球表面，有机物的循环也就停止了，动物和植物也不可能生存下去。微生物在生态系统中的分解还原作用，推动着氮、磷、硫等元素的循环。

2. *与动植物共生，帮助动植物吸收营养或消化食物*

微生物能够与动植物的某些部分结合在一起，形成共生关系，帮助动植物吸收营养或消化食物。如豆科植物的根瘤便是根瘤菌与植物共生的结果，根瘤微生物一方面依赖豆科植物而生存，一方面又起而氮作用为豆科植物提供营养。小麦、玉米、棉花、芹菜等植物的根部都有菌根，其菌丝代替根毛的作用，增加了这些植物根的吸收而。草食反刍动物的瘤胃中有大量分解纤维素能力很强的厌养微生物，能够将植物纤维素分解。在进入其它胃时，这些分解物连同微生物才会被消化和吸收。非草食动物的消化道中，也必须有一定的微生物存在。这些正常菌群，帮助动物的消化。

第三节　生物资源保护

保护生物资源及其多样性，维护生态平衡也就是保护生物环境，这是维持人类生存和发展的基本条件。

一、植物保护

植物保护是通过保护植物形成对人类生产和生活更为有利的生态环境。在环境科学中，主要是森林保护、草原保护和珍稀植物保护。

1. *森林保护*

森林是由乔木、灌木和草本植物组成的绿色植物群体。在陆地

生态系统中，它面积最大、结构最复杂、功能最稳定、生物总量高，对整个系统有着决定性的影响。一个地区或国家要维持良好的生态环境，森林覆盖率一般要达到30%方为适宜。但是，目前世界上的森林面积正在逐渐缩小，全球以每年1%的速度在毁灭森林，森林覆盖率已由工业革命前的55%减少到现在的25%。由于历史的、现实的诸多因素影响和制约，我国是世界上森林最少的国家之一，森林覆盖率仅为12%。我省目前的森林覆盖率仅为2.59%，居全国末位，成为我省生态脆弱的主要原因。因此，森林保护是世界生态环境，特别是我国及我省的生态环境保护和经济发展所面临的一个重要问题。

我国森林的类型和树木种类繁多，其中有一些我国特有的树种，如金钱松、杜仲、水杉、银杉等，还有许多稀有动物。因此，保护森林，就是保护动植物资源库。

我国政府已经决定全面停止长江、黄河上中游天然林采伐，大规模封山育林，种树造林，这是一项保护森林和生态环境的重大措施。我省地处江河源头，是国家生态环境建设的战略要地，而且我省的森林大多处于森林极限生长带，一旦遭到破坏，就很难恢复。如我省乌兰县山上的森林，是我省松柏向西延伸生长的极点，一旦破坏绝无再生能力。但是，我省许多地方盗伐乱砍毁林，破坏生态的恶性事件却屡屡发生，且愈演愈烈，有些已造成无可挽回的损失。因此，我们必须坚决贯彻国家关于全面停止长江、黄河上中游天然林采伐的决定，严格执行《森林法》，加大执法力度，严厉打击各种盗伐林木、破坏森林资源的违法犯罪活动，唤起人们的生态危机感、紧迫感，向恶劣环境挑战，保护森林，大力植树造林，绿化环境，投身生态建设的世纪之战。

2. 草原保护

草原是一种草本植被。它不仅是畜牧业的重要生产基地，更重要的是陆地的一种生态系统，是仅次于森林的陆地生态资源。正常

的草原生态系统具有相对的自稳定性，在一定的阈限内对外界的干扰也具有一定的调节作用。但是，如果外界的干扰超过其“生态阈限”，则会破坏草原的生态平衡，使其进入恶性循环。一般对草原生态平衡破坏的主要因素是人为的破坏。过度的农垦和粗放经营，以及超载放牧，都会引起草场退化和沙化，破坏草原生态。我省是全国五大牧区之一，天然草场辽阔，草地面积占全省国土面积的50.5%，覆盖全省大部分地区，而且大多数草地属于高寒草原和高寒草甸，植被覆盖度低，生态十分脆弱，一旦破坏，很难恢复。然而由于长期以来人为的乱垦滥牧，草地退化和沙化问题日益加重。昔日牧草萋萋的贵南、共和盆地，如今备受沙化之苦。草原退化问题亦十分突出，目前已达1.45亿亩，仅此年损失逾亿元，也已严重威胁到人畜的生存环境。因此，保护草原，加强草原建设，已成为我国江河源地区生态环境治理及我省国民经济发展中面临的一个十分迫切和重要的问题。

为了保护草原，首先必须运用行政法律手段保护草原生态。我国1985年10月1日开始实施的《草原法》是保护草原的根本措施，它标志着我国草原由数千年的任意自然利用走向了科学的经营管理和保护。各级地方政府有责任依法保护草原，对违法破坏者予以惩处。其次，必须认真规划和进行草原建设，加强管理，以草定畜，合理放牧，防止草原退化。对已沙化的草地要进行封育，并进行人工补种。再次，对大面积天然草场采取围栏、灭鼠、灌溉、施肥、区划轮作以及兴建草库伦等综合技术措施，提高牧草产量和质量，抵抗沙化，改善地下水位和生态环境。

3. *珍稀植物保护*

大自然为人类提供了丰富的植物物种，只要人们能够科学的认识和利用，它们对人类是有利无害的。随着科学技术的发展，人们会不断发现不同植物物种的特殊价值。但由于现代人类社会生产规模的迅速扩大，生产领域的迅速拓展、人口的剧增，生态环境的日

趋恶化，使得一些植物趋于减少甚至灭绝。这种植物物种的减少是人类自然财富和物种基因的重大损失。因此，保护珍稀植物是保护生物多样性及环境保护的一个重要方面。我省稀有植物种类较多，如华福花、藏荠等为青藏高原所特有种，更应加强宣传教育，采取切实措施加以保护。

二、动物保护

动物是用途广泛的资源，为人类提供了许多生产和生活原料，如毛皮、药材等，还能够作为生产工具。保护它们有重大的科研价值和经济价值及生态作用。动物保护主要是保护野生动物物种。

在现存的生物物种中，动物物种约占3/4。由于动物种群常常只能适应十分有限的生态环境，如果它们生存的环境一旦改变，就很容易导致种群的减少或某些动物物种的灭绝。当然，动物物种的灭绝和种群数量的减少，有自然发生的环境变迁的因素，但近代以来这种灭绝速度加快的趋势却告诉人们，更重要的是人为的环境改变和环境恶化所造成的。在有限的地球生物圈内，没有任何一个物种能够单独生存和发展。保护野生动物需要保护环境，保护环境就是保护人类自己。

于1989年3月1日起施行的《中华人民共和国野生动物保护法》，使我国的野生动物保护工作步入了法制轨道，我国的野生动物保护取得了举世公认的成就。然而《野生动物保护法》颁布实施的10年，也正是我国对外交往不断扩大，经济建设加速发展，市场经济逐步确立的转变时期。社会变革中的种种矛盾和冲突给我国野生动物保护事业带来了前所未有的困难。野生动物作为一种公共、公益资源，不可能完全适用市场经济法则参与生存竞争，市场机制在野生动物保护领域难以充分发挥作用。相反，在国家各项保护机制尚未完善的情况下，市场的利益驱动往往会给野生动物带来灭顶之灾。在我国“野生动物资源宝库”可可西里地区，由于盗猎分子的大肆捕杀，在短短的十几年时间里可可西里的野生动物数量减少

了2/3以上，特别是国家一级保护野生动物藏羚正遭受灭顶之灾，已引起全国人民和国际社会的广泛关注。国家林业局森林公安局也在青海、新疆、西藏三省区统一部署、联合行动分数路对可可西里无人区的盗猎分子进行围剿。国家林业局和青海省政府在西宁召开“青海藏羚保护誓师大会”，通过公开销毁查获的数百张藏羚皮张，再次表明了中国保护藏羚资源、严厉打击破坏野生动物违法犯罪活动的坚定决心。因此，仅有法律是不够的，我们要在完善各项立法的同时，切实加强保护机构和执法队伍建设，加大执法力度，掀起有声势的反盗猎斗争。还应广泛开展宣传，尤其是各级野生动物管理部门，更应充分利用自己的专业优势，普及保护常识，使“保护野生动物就是保护人类自己”的观念深入人心，使人类与动物、与自然和谐相处，使地球家园变得更加美好。

三、微生物的保护

由于微生物适应性强、繁殖速度快，目前还没有关于微生物物种受到威胁的警告，而且微生物被应用于生产实践的种类还很少，总体说来，微生物资源的开发和利用还十分落后。因此，关于微生物保护的问题，目前仅仅涉及到微生物与环境保护的关系方面而显得较为重要，即微生物引起的病害及其防治。虽然致病微生物总的数量并不多，但是其发病快，能够传染蔓延，对人类威胁很大。如被世界组织定义的“第四级病毒”，就是目前世界上最顶级、最神秘、最凶残要命的病毒。以致于病毒学家警告说，人类明天最大的灾难“不是战争和饥饿，而是第四级病毒。”

对于微生物疾病的防治，不仅是个医学问题，也是一个环境治理和保护的问题。如第四级病毒蛮凶恶的，但人并不是它们的最好宿主。拉沙热病毒原寄宿于老鼠身上，艾滋病毒寄宿在非洲一种猴子身上，而老鼠和猴子都不得病。那么推动第四级病毒在人体上出现的因素是什么呢？与第四级病毒搏杀了30多年的一对博士夫妇——世界顶级病毒专家麦克科密克和苏珊说：“那就是我们人类自身。

那些微小的病毒潜藏在黑暗的角落里，并未想伺机侵袭人类。而我们人类干扰了它们栖身的自然环境。如果听其自然，不去触动它们，它们会静静地生存于自然界中，与其自然宿主保持生物平衡。由于人类侵袭了它们生存的环境，从而人类也就成了它们的受害者。”博士夫妇还用他们数十年研究第四级病毒感染途径情况告诉我们，采取“预防为主”的战略，人类是可以避免第四级病毒感染的。从这里我们可以看出一个清楚的结论，人类对地球生态环境的破坏，会带来病毒的猖獗。对微生物疾病的防治，也需要治理和保护环境。如保护清洁的水源，防止肠道传染疾病；保护和保持空气清洁卫生，不随地吐痰，防止呼吸道传染疾病；保持良好的社会道德和社会环境，正确对待恋爱、婚姻和性行为，防止性疾病的流行和传染等等。

第十一章　自然保护

目前，环境的污染和破坏，已经对经济发展和人体健康产生了明显的危害。追本溯源，这是社会总资源利用不合理和浪费的结果。所以，在合理开发利用自然资源的同时，加强自然环境的保护，从而达到自然资源的永续利用，是自然保护的重要内容及目的，也是环境科学研究的重要课题。

第一节　自然保护的意义

一、自然保护的涵义

自然保护简单地说就是对自然环境和自然资源的保护。

自然环境保护和自然资源保护虽然是自然保护的两个方面，但实际上它们之间并不存在截然区分的界限。长期以来，由于人们的习惯和认识上的局限性，往往把自然资源看成是自然界中人类所能直接用于生活和生产活动的物质。然而随着科学技术的进步和生产力的提高，自然资源所包括的物质内容不断扩大。一方面是以前的许多环境因子也被人类直接利用而转变成自然资源，如潮汐、泥沙；另一方面，有些以前被当作环境因子而加以无限利用的自然物，如水、空气，由于“水荒”的出现和空气污染的严重，现在也必须作为自然资源加以保护和利用了。所有这些，都保进了人们对自然资源和自然环境认识的发展。现在人们已经认识到了虽然各种自然资源都是自然环境的组成部分，但自然环境就是一个整体性的自然资源。特别是各种生物资源，它们在组成环境整体结构和功能上具有特殊作用，这种作用被称为生态效能。当各种生物资源所具

有的生态效能受到破坏，不仅资源本身受到损害或消失，而且会影响到环境整体，甚至导致灾难性后果，这就是我们通常所说的大自然的报复或惩罚。因此，现在人们一般把自然资源看成是维持人类生命和生活所必须的和经常利用的物质，是构成人类环境的重要基础，也是人类生存和发展必不可少的条件。自然环境是人类赖以生存的基本自然条件，一般指生物生存的空间内各种自然因素的总和。其中有生物因素，如动物、植物、微生物；有非生物因素，如阳光、空气、土壤等，以及由两者组合而成的森林、草原、农田等。这些因素既可以称之为环境，也可称之为资源。当这些环境因素作为资源利用时，人们一般按其产生的来源和可利用性，把它们分为原生性资源和后生性资源两大类。原生性资源是随地球的形成和运动而存在，基本上是持续稳定的，其质量随地表时空而异。如阳光、大气、水、潮汐等，也称为恒定性资源。后生性资源是在地球自然历史演化过程中的某一时期所形成的，质和量有限定，空间分布不均匀，它又可以分为两个亚类。其一是不可更新资源，如煤、石油、矿物等，在现今历史时期不可再生，不断地开发利用只能逐渐耗尽，也称为非再生资源。其二是可更新资源，它包括各种生物及其周围环境所构成的生态系统。这类资源具有显著的生态效应，在适宜的自然环境中，如果合理经营管理，可以更新繁衍而被人类永续利用；反之，也可以崩溃解体，甚至消失灭绝。自然资源与自然环境之间这种紧密联系，相互制约的关系，使自然资源保护和自然环境保护在自然保护中融合成一个有机整体，其中任何一个方面的变化，都会影响到另一个方面，并引起整体的变化。只有合理开发利用自然资源，才能保护好自然环境；也只有保护好自然环境，才能保证自然资源的永续利用，为自然资源的开发利用提供可靠的物质基础和客观环境。同时，从自然资源的分类中可以看出，自然保护应重视可更新资源的增殖。所以，尽管自然保护的内容相当广泛，但却只有两个基本方面。一个方面是防止环境污染；另一

个方面是合理利用和保护自然资源及自然环境。其中心是保护、增殖（可更新资源）和合理利用自然资源，其主要目地在于保证自然资源的永续利用。

自然保护虽已有较长的发展历史，但过去的自然保护往往局限于保护个别生物或区域，而现代的自然保护是对自然的全面保护，也就是对自然的整体经营管理和保护，是在开发和利用自然资源之中对自然环境的积极保护。

二、自然保护的重要意义

人类是大自然的产物。人类为了自身的生存和发展，总是在不断地从赖以生存的自然环境之中择取可直接利用于生活和生产活动的物质，即不断地开发利用自然资源，同时也不断地影响和改造自然环境。人类改造自然的历史充分说明，对自然资源，特别是可更新资源，如果开发利用得不合理，超过了利用极限，不仅会使自然资源趋于枯竭，而且会造成自然环境和生态平衡的破坏。特别是近代以来，人类对地球上的自然资源需要量越来越大，而地球上的自然资源却遭到了严重的破坏，环境污染问题日趋严重，不仅直接对经济和人体健康产生了危害，而且影响了经济的可持续发展和人类对自然资源的永续利用。因此，自然保护不仅是为当代人着想，也是为子孙后代造福。它既有直接的现实意义，也有着深远的战略意义。

1. 自然保护是促进自然资源合理利用，防止环境污染的有效途径

合理利用自然资源，是自然保护中心内容的主要方面。目前，自然保护的主要问题是：大气污染、水体污染及水荒加剧、土地资源的破坏、生物资源及其珍稀动植物的损失、矿产资源的破坏等。在自然保护中这些主要问题的逐步解决，能够不断促进人类对自然资源的合理利用。

当代人类所关心的环境污染，主要是人们对自然资源的不合理利用和浪费的结果。当代人类在生产和生活中，将有用的自然资源

通过各种形式转变为“三废”（废水、废气、废渣）等有形的有害物质。这些有害物质进入自然环境以后，由于其浓度和总量超过了自然环境的自净能力，破坏了生态平衡，从而又对人类产生危害。因此，从防止环境污染的实质看，合理开发利用自然资源，是防止环境污染的基础，自然保护是防止环境污染的重要途经。

2. 自然保护是保证自然资源永续利用的重大措施

随着世界人口的急剧增长和人类需求的不断增加，多数国家依然奉行资源经济政策，经济的发展主要取决于自然资源的占有和配置，使人们对自然资源的消耗和破坏不断扩大，资源短缺成为一种危机。面对急剧增长的庞大需求量和消耗量，对于地球上的自然资源究竟能够维持多久，尽管人们有不同的看法，但是有一个严酷的现实不能不令人正视，这就是地球是一个有限的星球，拥有的自然资源有一定的限量。不仅原生性资源有一定的限量，而且后生性资源也存在利用的极限。特别是不能把可更新资源理解为“用不完的资源”，而忽视了它们的极限。虽然从理论上说，可更新资源是能够持续不断地利用的，但这是有条件的。那就是人类必须在不损害或不削弱可更新资源的可更新的情况下，可更新资源才能被持续利用。这就是说，对于可更新资源的使用，必须维持可更新系统本身能够具有可更新能力，可更新资源才是可以更新的，如果可更新系统遭受污染或生态破坏，可更新能力便会丧失。因此，对于有限的自然资源，我们必须探求它们可以被人类持续利用的途径和措施。从自然保护的主要目的看，自然保护就是保证自然资源持续不断地为人类所利用的重大措施，它不仅能够缓解当代人类面临的资源危机，而且能够为子孙后代造福，保留一个良好的自然环境和丰富的自然资源。

3. 自然保护能够为人类社会经济的可持续发展奠定良好的基础

人类社会经济的可持续发展，离不开丰富的自然资源和良好的

生态环境这两个重要基础。更何况现今经济的可持续发展，已经有了不同于以往单纯追求工业化的综合性内容，它首先要求经济的发展要维护自然资源和环境基础，追求经济发展与环境保护的二者兼得，实现人口增长、经济发展与自然资源、生态环境之间的长远平衡发展。从自然保护的涵义和内容看，自然保护能够为人类社会经济的可持续发展，奠定丰富的自然资源基础和良好的生态环境基础。

第二节 合理开发利用自然资源和自然环境

自然保护，不是也不意味否定对自然资源和自然环境的任何利用。事实上，如果我们完全否定对自然资源和自然环境的利用，也就是等于没有自然资源，也境完全否定了人类改造自然的主观能动性。人类只有合理开发利用自然资源和自然环境，才能使它们具有真正的实际意义。合理开发利用自然资源和自然环境，是自然保护的主要内容之一。

一、自然资源的特点

了解自然资源的特点，是合理开发利用自然资源和自然环境的前提。自然资源通常具有如下特点：

1. 资源的整体性

各种自然资源之间以及各种自然资源与自然环境之间，是相互联系、相互制约的有机整体。这一特点决定了开发利用自然资源的综合性。因此，只有在综合研究自然资源、全面认识自然资源的基础上，才能合理开发利用和保护自然资源，才能做到自然资源的综合利用。

2. 资源的区域性

各种自然资源的分布，大都要受地域性自然条件的制约，生物性资源的地域性特点尤为明显。资源的这一特点，就决定了在开发

利用时，必须遵循因地制宜原则，在进行综合开发和保护时，不应受到行政区划的限制。

3. 资源的有限性

资源的有限性不仅表现在资源有一定的数量和使用极限及其负荷能力上，而且还表现在资源本身的结构组成上。因为任何一项生产，都是多种生产要素的组合，要求有一个合理的资源结构。如果多种资源丰富而某种或某几种资源短缺，也会形成限制因素。认识资源的这一特点，首先要求人们必须树立爱护和节约资源的观念，在利用资源的过程中，要注意节约代用，不断提高可更新资源的转化率，尽量减少不可更新资源的损耗。同时要不断完善回收技术，延长不可更新资源的使用期限。其次，要采用绿色科技和生产工艺，在不造成环境污染的情况下，开发利用恒定资源。再次，要注意增殖资源，特别是对可更新资源要实行集约经营，提高土地的利用率。

4. 资源的变动性

资源生态系统，如同宇宙间的一切事物一样，永远处于不断的运动和变化之中。这种变化既包括资源本身的发生和发展，也包括人类干预后所引起的变化。对于可更新资源来说，这种变化表现得尤为明显。因此，如果对可更新资源利用程度超过了极限，就会使它们衰退和枯竭。所以必须高度重视可更新资源的合理利用，努力做到使可更新资源常在，循环不已并不断增殖。

5. 资源的多用性

大部分资源都具有多种功能。特别是可更新资源，它不仅能够为人类的生活和生产活动提供必要的生活资料和生产资料，而且具有极其重要的生态效能。如果在资源的开发利用中，单纯追求经济效益而忽视长远的生态效益，就会造成破坏资源和环境的严重后果。自然保护的任务，就在于充分利用这一特点，发挥其综合效益。

二、合理开发利用自然资源和自然环境

生态系统中不断进行的物质交换和能量转化的过程，把人类——自然资源——自然环境紧密地联系在一起，形成了一个统一的整体。人类既是这个整体中的主宰，也是其成员，同样受到生态规律的制约。因此，人们在开发利用自然资源和自然环境时，必须遵循生态规律，注意保持生态平衡。在经济效益与生态效益发生矛盾时，要优先考虑生态学原则。

1. 开发利用自然资源和自然环境要注意保持生态平衡

在开发利用自然资源和自然环境中，要做到保持生态平衡，必须对它们进行综合调查研究。研究它们的生态结构或它们在生态系统中的地位和作用，并要调查人为干预引起整个生态系统改变后对人类的反作用。也就是要从生态系统的相互制约、相互联系上去估计人为活动对生态系统的影响。使资源的开发利用有利于建立新的生态平衡，创建出具有优化结构的人工生态系统。

我国东北三江平原的开发，就是在综合考察研究的基础上，选定了"四、四、一、一"开发方案，即耕地和森林面积各占40%，牧业用地和沼泽水面各占10%，并因地制宜地确定了配置的结构。这种合理的开发利用不仅没有引起生态恶化，保持了生态平衡，而且创建的人工生态系统改造了自然，提高了土地的生产能力，使三江平原变成了一个以生产商品粮为重点，农林牧副渔全面发展的现代化农业基地。

2. 开发利用可更新资源要与其再生殖能力相适应

可更新资源是通过自然循环来补充的资源。因此，对可更新自然资源的开发利用应与它们的再生增殖及补偿供给保持平衡，在最大持久性产量的限度内使用可更新资源，保证可更新资源的永续利用。例如，对生物资源的开发利用要保持需要与供应的平衡，从生态系统中收获的产量不能超过它们的生产量，以保持生物的基本数量及适宜的群体结构——一定年龄、性别的比例。在渔业捕捞、森

林采伐、草场放牧和经济类鸟兽狩猎中，严格遵守这一基本原则。

3. *要综合开发利用自然资源*

在自然生态系统中，所有输入系统的物质都可通过物质循环而得到反复利用。在工农业生产中要运用这个规律，综合开发利用自然，使生产过程中排出的“三废”实现资源化、能源化、无害化。例如，我国在工业“三废”资源化方而已积累了许多经验：综合加工，综合利用；回收加工，分离回用；厂际协作，挂钩互用；深度加工，彻底利用等。这方而的实例也很多，如用钢渣加工制成水泥，废酒糟制取沼气；从化工厂的废液中分离、回收硫酸和硝酸等；一个工厂的废物被另一个工厂利用；深度加工，把废物中的各种有用元素提炼出来等等。农业上也有不少综合利用自然资源的例子。如珠江三角洲的“桑基鱼塘”，就是在池塘地埂上种桑树，桑叶养蚕；蚕粪、蛹供塘内鱼食用；塘泥又可做桑树的好肥料。这样，形成了“桑茂、蚕壮、鱼肥大；鱼肥、泥好、桑茂盛”的良性循环，获得了很高的资源利用率，创造了高质量、高水平的生态效益和经济效益。

第三节　保护自然资源和自然环境

在开发利用自然资源和自然环境的同时，必须加强对它们的保护，才能达到其为人类永续利用的目的。

一、树立爱护和节约自然资源的观念

自然资源是人类社会发展和国家经济繁荣的物质基础。面对资源的极限和日趋尖锐的自然资源匮乏问题，迫切要求人人树立起爱护和节约资源的观念，需要全人类行动起来，加强对自然资源的保护和节约。

1. *各个国家需要把节约自然资源作为一项基本政策*

正视资源匮乏的现实，树立爱护和节约自然资源的观念，需要

各个国家把节约自然资源作为一项基本政策。

首先，对目前经济发展主要依赖自然资源的占有和配置的战略，各个国家有必要作以调整。需要从可持续发展观出发，把爱护和节约自然资源列为经济总体发展的重要目标，制订有关节水、节能、节地、节约矿产资源等一系列法规，逐步把爱护和节约自然资源纳入法制化轨道，不断增强人人爱护和节约资源的意识。

其次，要制订有利于节约和保护自然资源的产业政策，根据各行业工艺技术特点和发展方向建立节约资源的技术政策和技术规范体系，建立保护关系国计民生自然资源的制度。

再次，各国政府要加强对爱护和节约自续资源的宏观监控，使爱护和节约自然资源的战略目标能够真正实现。

2. *实现经济结构由粗放型向集约型的转变*

目前，世界范围内持统的生产方式和经营模式，往往是以扩大生产规模为主，依靠大量消耗自然资源追求经济效益，忽视节约资源，不重视政革经营和提高技术，加剧了经济发展与资源短缺的矛盾。为了控制自然资源大量消耗的根源，全世界需要从改革生产方式和经营模式入手，实现经济结构由粗前型向集约源转变。因此，在今后相当长的时期内，全世界都必须致力于政造、完善现有的有缺陷的生产体系、经营视式、经济结持和生产技术，使生产和经济由资源密集、高浪费的粗放型结构，向知识密集、技术密集的集约型、节约型、效益型的结构转变，形成节约资源、保护环境，优质高政的生产体系和经济结持。当然，发达国家在这些方面应承担更多的义务，为发展中国家实现经济结构的转变提供必要前技术和帮助。

3. *改变生活方式和消费方式*

面对有限的自然资源，为了从根本上控制对自然资源的使用，最大限度地节约资源，合理使用资源，使有限的自然资源在限定范围内能够继续满足和不断改善入类的生活，除了使生产和经持增长

方式由粗放型向集约型转变外，还需要人们改变生活方式和消费方式。因为人类科学的生活方式和合理的消费方式，能够最大限度地限制人们对自然资源的利用，减少对资源的挥霍和浪费。例如，人们自觉的节约用水、用电、出门能步行和骑自行车就不开汽车，能几个人合乘汽车就不单独一人乘汽车等合理消费习惯，在休闲娱乐场所改变用了就丢、乱扔垃圾的生活习惯，以及注意物质的循环再用等等都可以减少对资源的浪费。据有关专家推算，如果北京市每户居民注意一水多用，用洗菜水冲厕所或浇花草树木，每户每天这样做一次，所减少的自来水用量和污水排放总和，就相当于减少1000万元以上的基建投资和每年100万元以上的运行费用。

当然，一方面需要运用经济杠杆来促进人们改变不良生活方式和消费方式。另一方面也需要采取直接措施来节约自然资源。如延长物品的使用寿命，寻找代用品，建立重复利用和资源回收系统等等。

二、强化资源管理

为了把保护自然资源和自然环境落在实处，保证社会经济的持续协调发展，必须强化资源管理。

1. *建立和完善资源产权制度*

为了切实杜绝严重浪费和破坏自然资源的现象，必须迅速改变目前无偿占用自然资源的状况，强化资源管理，建立和完善资源产权制度，实现资源有偿占有和利用。这样，不仅能够提高资源利用效益，而且能够维护资源资产的所有者和使用者的合法权益。促进社会主义市场经济的发展。

首先，要树立资源资产观念，明确产权关系。资源资产是国家的重要财富，国力的重要休现，理应由国家加以统管。我国宪法明确规定："矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂等自然资源，都属于国家所有，即全民所有；由法律规定属于集体所有的森林和山岭、草原、荒地、滩涂除外"。

其次，实施资源所有权与使用权分离制度，对资源使用实行有偿使用和转让。国家作为资源的主要所有者，对资源经营者征收资源资产耗竭补偿费或资源资产占有税以及资源税，以促进使用部门合理开发利用资源，提高资源开发利用的经济效益、生态环境效益和社会效益。

再次，强化国有资源的国家所有权，对造成国有资源严重浪费和破坏的单位和个人进行惩处。

2. 把自然资源核算纳入国民经济核算体系

国民经济核算是对国民经济活动进行整体的系统的核算，也就是以社会再生产全过程为对象的宏观经济核算。它从数量上系统地反映国民经济运行状况及社会再生产过程中生产、分配、交换、使用各个环节之间以及国民经济各部门之间的内在联系。国民经济核算体系是国家或国际组织为统一国民经济核算而制订的核算标准和规范，以及全面、系统反映国民经济运行的数据体系。它是国家对国民经济进行现代化管理的重要工具。从20世纪50年代以来，由于各国经济运行机制和管理体制不同，形成了两种不同的国民经济核算体系。一种是物质产品平衡表体系（MPS），一种是国民帐户体系（SNA）。

世界上现行的国民经济核算体系中，无论是在MPS还是SNA，或两者的混合体中，自然资源实物量和价值量的损失都得不到反映。这类把经济收入的增加和资源过度消耗混淆在一起，忽视自然资源核算的国民经济核算体系，很容易造成一个国家虽然近期国民经济的产值或国民收入上升，但众多宝贵的自然资源却损失掉了，甚至耗尽其资源，环境状况恶化，以至丧失发展潜力，后患无穷。为了从根本上改变这种竭泽而渔的虚幻的经济增长方式，必须把自然资源核算纳入国民经济核算体系。

把自然资源核算纳入国民经济核算体系，就是要在国民经济核算体系中，对自然资源的存量、流量及其财富价值进行科学计量，

通过对国民经济活动中自然资源实物量和价值量的核算，正确计量国民总财富、经济产值及其增长情况，以及自然资源的消长对经济发展的影响，合理评价经济发展的进程和实际效果以及长期发展的潜力，为国民经济发展中自然资源开发利用的规划和决策提供科学依据，并对国民经济运行中自然资源的开发利用进行宏观监测，从而强化对自然资源的管理，促进对自然资源竭泽而渔的经济增长方式的根本改变。

3. 运用宏观经济调控方法管理自然资源

控制自然资源过度消耗，重视自然资源的节约和保护是强化资源管理的重要内容。因此，必须运用宏观经济调控方法管理自然资源。

首先，要把自然资源利用效率作为制订经济发展规划、安排投资的重要准则和指标，加强对自然资源开发利用的计划监督，注意切实消除变相鼓励资源消耗的各项政策。

其次，运用政策手段，推进自然资源的节约和保护。在产业政策和金融政策方面，鼓励节约自然资源，能够提高资源利用效率的项目。对于能够综合利用自然资源和节约资源的项目，在价格、税收、信贷等经济政策上给予一定的优惠，并增加资金投入和科技投入。

再次，运用经济手段，发展资源产业，补偿资源消耗。通过自然资源的保护、恢复、再生、积累，不断推进自然资源的再生产，逐渐扭转目前的资源危机和环境危机状况。

三、保护自然资源和自然环境

1. 自然资源和自然环境保护的主要对象

自然资源和自然环境保护的主要对象是水、土地、生物、矿产等资源的保护。在前面几章中对水、土地、生物等资源的保护均已有阐述，下面仅对矿产资源的保护作以阐述。

矿产资源是不可再生的一次性资源。这类资源是在非常缓慢的

地质过程中形成的天然沉积物，在现今历史时期不能更新，开发利用后只能逐渐耗尽其储量。而且这类资源在地球上的储量也是有限的，存在着利用的极限。因此，必须重视对矿产资源的保护。我国虽然矿产资源丰富，但人均占有量小，而且相当一部分矿种富矿少，贫矿多，还有一些矿种比较奇缺，更应重视对矿产资源的节约和保护。

矿产资源的开采对自然环境的破坏较大。因此，必须禁止破坏性的盲目开采，要走综合找矿、综合评价、综合开发、综合利用的道路，提高开采率和综合开采共生资源。同时，要做好矿井回填和土地复原工作，恢复被剥离和破坏的表层土质及绿色植被，消除对环境的不良影响。特别是我省是一个资源大省，矿产资源丰富，但地处高原，生态环境脆弱，更应做好矿产开采过程中的环境保护工作。

2. 建立自然保护区

为了保护自然环境和自然资源，由国家对具有代表性的不同自然地带的环境和生态系统、珍稀动物自然栖息地及其它自然历史遗迹和重要的水源地等划出界限加以特殊保护的自然地域称之为自然保护区。

自然保护区能够保存完整的自然环境和自然生态系统，对人们研究自然资源、自然环境、自然历史、生物与环境之间的关系、以及环境监测等都有很大的价值。特别是自然保护区的建立，可以保护珍稀动植物资源，尤其是保护濒于灭绝的生物物种，保存生物物种的多样性，使之成为天然的“资源库”和“基因库”，为人们进行有关生态和生物学特性研究，以及保护、恢复、发展、引种、繁殖生物资源提供原始材料。

十一届三中全会以来，我国的自然保护工作有了很大发展。经各级政府和有关部门批准，已建立了一批以保护典型的自然环境和生态系统，珍稀野生动植物以及特殊的自然景观为主的自然保护

区。我省已建立了青海湖、可可西里、隆宝三个国家级和孟达省级自然保护区。

我省自然条件独特，高原自然景观保存比较完整，高寒类型的野生动植物资源丰富且极具代表性，人口稀少，开发强度相对较低。同时我省还是全球气候与地质变迁的敏感地区，仍然处于活跃变化阶段。由于气候严酷，生态环境十分脆弱，对人为干扰非常敏感，一旦破坏很难恢复，自然环境的保护迫在眉睫、任重道远。因此，建立起一批类型多样、特点突出的自然保护区，是我省自然资源和环境保护的重大措施。不仅对于维护生态平衡，实现我省经济的可持续发展有重要作用，而且对全国乃至全球生物基因库的保护也有重大意义。

目前，《青海省自然保护区发展规划（1999—2010）》已通过省级论证。该《规划》提出，到2010年，我省将再新增17个自然保护区，建成共有14个国家级、7个省级和一批州县级的类型多样、具有典型性和代表性的自然保护区网络。届时，我省自然保护区总面积将占到全省国土面积的22%左右。

第十二章　空间环境污染及其防治

空间环境是人类和生物的生存空间。随着现代工业的高度发展和科学技术的广泛应用，噪音、电磁辐射、放射性物质不断危害人体健康，也对生物体带来危害。所形成的空间环境污染，成为重大的环境问题，需要加以积极防治。

第一节　空间环境污染的污染源

一种物质成为污染物，必须在特定的环境中达到一定的数量或浓度，并且持续一定的时间。人们一般把造成环境污染的物质称为污染物。把污染物的发生源称为污染源。在这里我们把空间环境污染的来源也称为污染源。造成空间环境污染的污染源主要有噪音和电磁辐射。虽然从物理学角度看，这两者都是振动，可以用波动加以描述，但噪音是力学振动，电磁辐射是电磁振动，二者的传播机制和对环境的影响及防治措施都不相同。因此，我们分别加以阐述。

一、噪音

噪音是不同频率和强度声音的杂乱组合。从本质上看它是机械波，因此，凡是有机械运动的地方都有噪音源。噪音是通过连续介质（如固体、液体、气体）传播的，大气、水、土壤、建筑物等都能不同程度地传播噪音。这样，在地表和大气层内处处都会形成噪音环境。

噪音的来源总体上可分为两大类，自然噪音和人工噪音。

自然噪音是指伴随着一些自然现象所产生的声音。它包括在发生风雨雷电、火山爆发、地震、雪崩、山体滑坡等自然现象时所伴

生的风雨声、水声、轰鸣声及潮汐声、各种动物和昆虫的鸣叫声。最常见的自然噪音是风声和虫鸟的鸣叫声。一般情况下，自然噪音不会对空间环境形成污染，却会使人们领略山川风光的壮美。

人工噪音是人们在生产和生活活动中产生的单调、嘈杂、强度大、令人厌恶的声音，是噪音污染的最主要的污染源，对环境的影响是经常的和持续的。人工噪音是人类工业文明带来的副产品之一，可以分为工业噪音、交通噪音和社会生活噪音三种。

工业噪音是工业部门在生产过程中所产生的噪音。它来源于各种动力机、运行机运行时及生产工艺过程中的摩擦、撞击或振动。

交通噪音是各种交通运输工具在运行中所产生的噪音。各种机动车辆、飞机、船舶在运行过程中都产生噪音。近年来，我国随着机动车辆的迅速增加，交通干线增多，交通噪音已成为噪音的主要来源。

社会生活噪音主要是在商业、娱乐、游行、宣传等社会性活动及家庭生活中的家用电器等生活和工作用具在使用过程中所产生的噪音。社会生活噪音一般难以避免。

二、电磁辐射

物理学中的电磁理论告诉我们，一切变化的电场都会在它的周围空间或物质中激发出变化的磁场，这种变化的磁场又会激发出变化的电场，形成电磁波，即产生电磁辐射。电磁波以光速传播，其频率范围从数10赫兹到1000京赫兹以上，波长从近万公里到亚毫米范围。人们在技术上利用不同频率或波长的电磁波与物质相互作用的特性，为人类的生产、生活和社会活动服务。但过量的电磁辐射却会造成空间环境污染。电磁辐射的来源一般主要有以下几种：

工频辐射。来源于各种发电站、变电站和高压输电线。

通讯波辐射。长、中、短波是利用率最高的通讯波段。主要用于军事或特种用途的长波段，最常见的用于民用广播的中、短波段，这三种通讯波辐射，来源于各种大功率的发射台。还有用于通

讯的超短波。电视节目用的就是超短波。超短波辐射主要来自大功率电视台。

微波辐射。微波目前在通讯和工业等方面都得到广泛应用。特高频段的电视节目传送，卫星通讯、雷达、工业微波炉、家用微波炉都会产生微波辐射。

紫外光和 X 光辐射。在自然界中，主要来自太阳辐射的紫外光和 X 光辐射，由于大气层的吸收，它们一般对人类不构成威胁。在工业、医疗和探测及实微室研究领域，由人工产生的紫外光和 X 光会对人体造成一定危害，微要严加防范。

第二节　空间环境污染的主要危害

随着工业的高度发展和现代科学技术的广泛应用，在当代世界上，噪音和电微辐射笼罩了地球，充斥于大气层、对空间环境带来了污染，已成为重大的环境问题，危害着人们的健康，也对其它生物体带来影响。

一、噪音污染的危害

噪音既有不利的一面，也有有利的一面。一微地、适当的噪音是人类正常生理、心理活动所必须的。自然界中不存在绝对无声的环境，是低噪音也在20分贝左右。公认的噪音卫生标准是60分贝。当噪音声微超过60分贝时才会对人体产生不利影响，造成噪音污染。因为这些噪音是不和谐的超常声音，使人感到厌烦。音乐厅里的声级虽然有时高达120分贝，却对人体不会产生危害，反面会给人们带来喜悦和审美情趣，其原因是乐声是和谐的。造成污染的噪音是超过60分贝的不和谐的超常声音。噪音污染是一种“现代化”的环境污染，已被公认为又一大“公害”。

1．噪音污染干扰人们正常的生活和工作，危害人体健康

噪音污染干扰人们的睡眠和语言交流，微音超过45分贝时会影

响人的睡眠，使人次日感到疲劳、易累、影响工作效率。中强噪音会干扰人们正常的语言交流。当噪音强度为55分贝时，人们交谈时仅能听懂对方95%的句子，而当噪音强度高于78分贝时，交谈者就无法准确了解对方谈话内容。

噪音污染影响人的基本生理过程，危害人体健康。噪音会使人大脑皮层的兴奋和抑制平衡失调，导致条件反射异常。长期的噪音污染会造成人的气质性改变，导致病理学变化，产生头痛、昏晕、耳鸣、多梦、失眠、心慌、记忆力衰退、乏力等临床症状。据统计，城市居民所患的神经疾病中有52%是由噪音引起的。噪音会引起心率改变和血压升高，诱发心脏病恶化和发病率升高，诱发性机能紊乱，导致妇女月经失调、孕妇流产，对儿童和胎儿也产生严重危害。在噪音污染环境中，儿童智力比正常发育儿童低20%，胎儿畸形明显增多。噪音超过115分贝，使人过早衰老；超过160分贝，会使人的听觉造成机械性损失，甚至导致脑震荡、休克；超过175分贝且持续时间长会致人死亡。有的国家甚至研制用于实战的噪音武器（次声武器）。

2. 噪音污染危害动物的生存

噪音污染同样会引起动物的病理改变，损坏其听觉器官和其它器官，甚至内脏。强噪音会使鸟类羽毛脱落、不下蛋，甚至内出血而死亡。美国20世纪60年代初，在俄克拉荷马市上空作喷气飞机超音速飞行试验，虽飞行高度达1万米，每天飞越8次，仅持续6个月，就使附近一家农场的1万只鸡被飞机的轰鸣声杀死6000只。在105分贝的噪声中，大白鼠会失去行为控制能力，疯狂窜跳、互相撕咬以及抽搐。我国有些城市由于噪音污染，鸟类受不了噪音的折磨，市区内飞鸟几乎绝迹。

3. 噪音污染损害物体

噪音污染不仅危害人体健康和动物的生存，还会对其它物体产生破坏性影响。

强噪音振害建筑物。试验结果证明：噪音强度为140分贝时开始对轻型建筑物产生破坏作用；157—170分贝则能使门窗玻璃破裂。飞机以1100公里时速在60米低空作亚音速飞行时，产生的噪音能使地面楼房遭到破坏。英法联合研制的协和式超音速运输机就曾使其航线下的古建筑震裂损坏，遭到许多国家的联合抵制。

强噪音会使物体产生声疲劳。主要出现在飞机上。飞机在飞行过程中，由附面压力层起伏造成的飞机表面强烈振动，会产生铆钉、蒙皮的疲劳。随着航速增大，当与飞机构件发生共振时，会发生铆钉断裂、蒙皮开裂的严重情况，导致空难。

强噪音影响和破坏电子仪器设备的正常工作。在较强的噪音环境中，电子管会产生微音效应而影响正常信号处理功能，甚至使继电器抖动、断路、引线接触不良及脱落。在噪声达到135分贝时，电子仪器中的振动敏感元件即不能工作；150分贝时，固体电阻器、电容器和晶体管、集成电路也会受到不良影响。

二、电磁辐射污染的危害

电磁辐射污染主要是指人为的各种电磁波干扰和有害的电磁辐射对空间环境的污染。至于由某些自然现象所引起的电磁辐射污染，虽然也会产生一定的危害，却不是我们这里所要研究的。如雷电对电气设备、建筑物的危害，地震和太阳黑子活动引起的磁暴对短波通讯的干扰等。具体地说主要阐述脉冲放电、大电流电路产生的很强的电磁干扰，大功率电机、变压器在近场区产生的严重电磁干扰，无线电广播、电视、微波通讯等所产生的射频电磁辐射以及过量的紫外光和X光辐射对人体和各种仪器设备、设施的危害。

1. 电磁辐射污染危害人类的健康

无线电广播、电视、微波通讯等各种射频电磁辐射是目前电磁污染的主要因素，其频率范围广，影响区域大，危害附近厂区人们的身体。大剂量的射频辐射不仅会造成人们严重神经衰弱，植物神经机能紊乱，还会使人体循环系统失常，心律减慢，心脏功能衰

退，消化不良，并引起眼睛白内障，还有可能导致畸形、癌症和破坏遗传基因等，个别人还会出现严重脱发、手心出汗、手指震颤、指甲变平等现象。北京市酒仙桥第二中学位于北京人民广播电台附近，师生们曾普遍反映头痛、头昏、多梦、失眠、疲乏无力、记忆力衰退，甚至发生数次教师讲课时晕倒事件，经调查证明是由于电台强烈的射频辐射所引起的。该中学现不得不迁址。

过量的紫外光和 X 光辐射也会引起上述人体的病变，还会直接使人身肌体组织坏死，诱发“放射病”。至于工频辐射，不仅会对电信设备造成讨厌的交流声干扰，对人体也可能有不良影响。

2. *电磁辐射危害仪器设备*

各种电子设备在运作时都会产生电磁辐射，形成无所不在的电子雾。电子雾对各类电子设备特别是通讯和计算机设备造成干扰，能够使电子计算机数据或程序发生错误，使各类自动控制设备发生错误指令和动作，以致产生严重后果。旅客在飞机上使用袖珍计算器会使飞机通讯无法进行，使用无线电话手机会严重干扰导航系统的正常工作；无线电话与家用微波炉产生的电磁辐射能够将现代高灵敏度天文射电望远镜收集的天体信号淹没；在马尔维那斯岛战争期间，由于地面大功率发射机与舰艇雷达产生的电磁辐射，使战地记者的摄像机与录音机或是无法工作，或是彻底烧毁。北京某印刷厂联动机所产生的电磁辐射极强，附近的日光灯不用接电源就会发光，机壳吸收电磁辐射产生涡流发热能把手烫出水泡。电子雾能够使心电图机、电子显微镜不能正常工作，还曾使电爆兵器控制失灵，引发爆炸造成恶性事故。

总之，现代化社会已进人“电子时代”。当然，电的利用使人类的工作、生活和思想交流方式都有了根本改变，其恩泽惠及每一个人，但有利也有弊。因为电与电磁辐射密切联系在一起的。随着越来越多、越来越大的发射台、高压线、雷达站、微波用具等日夜不停地向四周发射电磁波，人们被置于密如蛛网的“电波世界”之

中。在电磁辐射之下，生物细胞和人体功能都遭到不同程度的破坏，也破坏生态环境。因此，电磁辐射污染又被叫做“看不见的污染”，需要积极防护。

第三节　空间环境污染的防治

空间环境污染的危害，目前已引起人们的普遍关注，必须采取积极措施加以防治。在这里仅就噪音污染的治理和电磁辐射的防护加以阐述。

一、噪音污染的治理

1. 噪音污染的现状

目前，噪音扰民几乎在所有的国家都很突出。1990年日本环境厅的一次交通噪音问题调查表明，大约有30%的日本人口受到交通噪音干扰。日本的公害诉讼案件中，与噪音污染有关的占首位，而且增长迅速。英国一些城市有76%的居民长年受噪音干扰。美国有40%的人口受噪音严重干扰，其中约有一半暴露在听力受威胁的强噪音环境中。法国在过去10年中交通噪音平均增加了3分贝。

我国城市地区的噪普污染也很突出。北京、上海、杭州等城市的交通噪普与国外一些城市相比，虽车流量小数倍噪音却高出数倍。80 年代初期，北京市仅有 15 万辆机动车，相当于日本东京的1/5，但市区交通干道的平均噪普已达75分贝以上，比东京高出17分贝；西子湖畔的杭州仅有4000多辆机动车，噪普却超过了拥有6万辆机动车的纽约。近年来，随着我国城市机动车辆的急剧增加，噪音污染已引起人们的严重关注。目前，环保部门收到的反映环境污染的案件中，北京、上海、重庆、成都、广州、西安、南京、沈阳、杭州等大城市均占30%以上，居各类污染案件之首。在北京也曾发生过联合国环境管理专家因噪音干扰而中途更换会场的事情。据调查，我国有1/4以上的产业工人暴露在超噪音标准的条

件下工作，生活在超噪音标准条件下的居民达1—2亿。

总之，目前噪音污染的状况必须引起高度重视，需要采取措施加以消除或降低。

2. 治理噪音污染的方法和措施

噪音污染前治理是一项专业性强、投资较大的复杂工作，前要运用声学研究成果，材料科学技术及测量技术等方面的技术。在这里我们仅从声学的一些基本理论出发，阐述噪音治理的一般常用方法。从形成噪音的三大要素（噪音源、传播途经、接受者）出发，治理噪音一般可采取降低噪音视噪音强度、在传播过视中减弱噪音强度，阻止噪音接收三种方法。

首先，降低噪音源噪音强度（降噪）。噪音一般是由气流播动、固体播击和摩接时的接动、磁致伸缩引起的电气设备接蕊视动所产生的。针对这三种噪音产生的原因，采取必要的接施，降低噪音强度，是治理噪音污染最视本的办法。

由气流接动原因所产生的噪音简称气流噪音。如风机、汽车排气管、火电站排气管、喷气式飞机等由气流喷射时所产生的噪音。对于这类噪音可以用平播气流通道和加装多孔消声播降低气流速度的办法，降低噪音强度。各类排气设备一般在安装适当的多孔消声器后，噪音可下降20—40分贝，波音707型飞机安装喷口消声器后噪音可下降11分贝。

来自车床、织布机、各种发动机的运转所产生的固体般击和摩擦噪音，可以采取增加润滑以减少摩擦，增加振动阻尼材料减弱振动和撞击强度的办法来降低噪音。如对机撞转动部位加注润滑法，对发动机安装底座隔播接等。对于有些金属接击和摩接噪音还可以从工艺上降低。如把铆撞改为焊播，接高传动齿轮的加工精度，调节运转部件的运行减少偏心振动等。

对于电气设备铁蕊振动产生的电磁噪音，一播是加装消声器来降低噪音。

目前有一种先进的消除噪音技术正处于研究阶段，被称为“有源降噪技术”。其原理是人为的产生一个与噪音源频率、强度相同，但振动部位相反的噪音，通过振动迭加使两种噪音振动在空间传播中被完全或部分抵消，从而实现消除或降低噪音的目的。

第二，在噪音传播过程中减弱噪音强度（减噪）。噪音的传播虽然有反射、衍射和折射等形式，但必须通过媒介才能传播。几乎一切物质都可以传递噪音，但不同的物质传播噪音的性能却是有很大区别的。这就使我们能够利用吸声、隔声、阻尼材料，吸收噪音传播过程中的声能，大幅度衰减噪音强度或阻断噪音传播途径。同时，还可以设置障碍物，使噪音声波部分或全部反射、折射，从而控制噪音的传播途径和强度，减弱噪音对人耳鼓膜的冲击。这些减噪的方法是目前采用得最多的“声学处理”方法。

具体地说，毛毡、泡沫塑料、玻璃棉和吸声砖等材料，能够把到达它们上面的噪音声波吸收转化为热能。用它们做建筑材料或装修墙壁，可以使室内噪音减少10—15分贝。一些重量大、密度高的材料，如钢筋混凝土、砖、木板等是较好的隔声材料。用它们制成密封的隔声间或机罩，可使噪音降低10—35分贝。软橡胶、沥青和一些高分子材料等阻尼材料，是由内摩擦损耗大的物质构成。把这些阻尼材料贴附在产生噪音的振动上，也能够达到抑制振动，减少噪音的目的。此外，在道路两旁设置阻声墙或阻声林带，以及在城市中大量植树，进行绿化，都可以阻挡或吸收噪音，有效地减弱噪音传播过程中的噪音强度。

第三，噪音接受者阻止噪音（阻噪）。这种方法主要是指目前无法避免在强噪音环境中工作的人员，要采取戴耳罩、耳塞、防声腊棉，防护面具等措施，阻隔噪音对耳膜的强烈冲击。

总之，噪音的治理是一个社会系统工程。不仅需要科学技术方法和措施，也需要国家通过法律、行政和经济手段，环境保护部门也要制订相应的管理规则和条例，加强对噪音排放的管理。同时，

还需要发动企业、交通部门和社会各界通力合作，共同防治。

二、防治电磁辐射污染

电磁辐射的危害主要发生在距离较近和高频的情况下。因此，对电磁辐射的防治一般采取以下一些措施。

1. 屏蔽

由于电磁波一般很难穿透金属，因此，可以用金属外壳或金属网罩屏蔽辐射体或一些仪器设备，来有效地防治电磁辐射的危害。目前对于各类工业高频设备和家用微波炉，以及电视机、收音机等，都是采用金属外壳或金属网罩将这些辐射源罩住并妥善接地，来防止电磁辐射的外泄。对于有些不能加以屏蔽的辐射源，如电台、电视台、雷达、微波通讯等，则采取“被动”屏蔽措施。即对于电磁波确实能够干扰的那些仪器设备进行屏蔽。如电子计算机，用金属壳罩起来，既防止外来电磁波对它的干扰，又防止机内电磁辐射外泄干扰别的设备。

2. 防护

目前，对于必须在有较强电磁辐射现场中工作的人员，要穿特制的防护服装，避免电磁辐射的危害。同时，要限定其每次暴露在辐射场中的安全时限，以及规定其可承受的安全辐射剂量，并对他们作定期身体检查。至于防护家用彩色电视机所产生的电磁辐射，只要给以适当的注意就行了。虽然近年来不断出现一些报道，提出了家用彩色电视机会辐射出 X 射线，对人体有严重危害。其实，这是一种不必要的担忧。无论从电磁理论和技术角度分析，还是从实际测定方面看，彩色电视机所产生的辐射不会危害人体健康。实际测量表明，虽然彩色电视机会产生一些波长比较长的软 X 射线，但剂量很小，距安全值尚有百倍之遥。而且，电视机的荧光屏都有含铅的玻璃壳，可以大幅度地吸收电视机产生的辐射。同时，电磁辐射在空气中衰减的速度与传播距离的平方成正比，人们一般收看电视的距离为3—5米。因此，当电视机所产生的射线到达人体

时，已完全没有危害了。尽管如此，但电视机背后显像管高压帽附近，确实会产生一些 X 射线。这些射线虽没有超过安全剂量，也不会反射或绕射到前面来，只要加以适当的注意，就可以避免不必要的辐射危害。

3. *应用和推广无辐射电磁波传送方式*

高频、微波通信和电视等各种射频电磁辐射，是目前电磁污染环视的主要因素。虽然它们载送的信息量大，抗干视能力强，但其频率范围宽广，影响区域大，能危害附近场区的人体健康。而光纤通信技术和有线电视技术，载送的信息量更大，抗干扰能力更强，而且在传送过程中没有电磁辐射污染，应大力迅速应用和推广。

总之，随着科学技术的不断发展与进步，只要人们采取切实有效的防治措施，电磁辐射污染是能够得到治理的，电磁辐射的危害也完全是可以避免的，各种先进的电磁技术和设备也将造福人类。

第十三章　城市环境污染及其防治

城市是人类社会政治活动和经济活动最集中的地方。城市的发展水平，作为人类实践的结果，既是人类社会进步和文明发展程度的标志，也是人类改造自然的集中体现。在城市里，一方面人们生产并消费着比农村多得多的物质和财富，推动着社会经济、文化、科技的发展；另一方面，随着工业在城市的集中，城市人口的急剧增加，城市也变成了一个巨大的环境污染源，是人类社会环境污染最严重的区域。日趋严重的城市环境污染，不仅危及社会经济的发展，也引起城市生态的严重恶化，直接影响城市人口的生存条件，危害人们的身体健康。防治城市环境污染已成为当代人类共同关心的环境问题。

第一节　城市生态系统

城市是一个运动的机体，也表现为一种生态系统。城市生态系统现论是研究城市环境、防治城市环境污染的理论基础。因此，有必要把握城市生态系统方面的有关知识。

一、城市生态系统的涵义

城市生态系统是指在一定时间，集居在城市区域中的人群与其它生物及非生物，在不断地进行物质循环、能量流动和信息交换过程中，相互依存、相互作用的统一体。简言之，城市生态系统是城市系统中的生物群落与城市环境构成的综合体。通常也指拥有10万以上人口，各种建筑物占总面积50%以上，具有一定的交通线网，车辆来往频繁，人类集居的区域单位。

城市生态系统是一种典型的人工生态系统。城市聚集了大量的人口、物质、能源和信息，是人类改造自然最剧烈、最彻底的区域。因此，城市生态系统基本上是人类在漫长的实践过程中，通过对自然环境的适应、加工、改造而重新建造的人工生态系统。

二、城市生态系统的组成

城市生态系统是一个由众多的自然因素和社会因素组成的多层次网络状的复杂有机整体。

自然因素有生物因素和非生物因素。主要包括居民、各种动物和植物，城市的地理位置，气候等自然条件以及交通、资源状况和城市建设的结构和布局等；社会因素有政治、经济、文化、物质、技术的等。主要包括三大产业的生产部门和单位、固定在城市土地上的各种建筑物和构筑物（如厂房、住宅、公路、公共设施等），社会行为中的价值观念、文化素养、环境意识等等。这些自然因素和社会因素之间相互联系，相互制约，存在着非线性相互作用机制，形成了一个多层次的立体交叉网络结构。

在城市生态系统这个组成复杂的动态系统中，始终贯穿着以聚集的人群为中心的四种基本运动：物质流动、能量转换、信息传递和资金周转。其中最主要的是物质和能量的流动。在这四大基本运动过程中，特别是在物质和能量的流动过程中，城市生态系统中的各种组成因素相互作用，并与生物圈发生广泛的联系，成为城市生态系统发展变化的基础。即人类从城市外部环境中获取各种物质和能量，通过交通运输运入城市，满足城市的生产和生活需要，同时又把产生的排泄物以“废气、废水、废渣”的形式，排放到生物圈中去，使城市环境遭受污染，从而影响城市居民以及其它地区人们的生产和生活，也促使城市原先生态系统的进一步恶化。

三、城市生态系统的特点

城市生态系统不同于一般的自然生态系统，作为一种典型的人工生态系统，主要有以下一些特点。

1. 人类是城市生态系统的核心

城市是人类社会发展到一定历史阶段，人类聚集的产物，也是人类改造自然的杰作。城市中的物质几乎全部都是经过人类改造过的自然物或纯粹的人工再造物。因而，城市生态系统的演变，完全取决于人类的意志和力量，人类成为城市生态系统的核心。在城市生态系统的生物组成部分中，动植物在其种群的组成结构和功能方面，都因人为的干涉而简化。如动物园中的各种禽兽和种类的搭配，仅仅是为了供人们游览和观赏；城市生态系统中的植物，也仅仅是用来美化环境，净化空气和消除污染。很少或根本就不考虑各种动植物之间的食物链、营养链以及互生互利等自然生态关系和功能。从影响城市生态系统的主要因素看，主要是城市人口的数量、密度、变化速率和活动方式。其影响主要表现在城市生态系统中，由于人工的直接干预，生产者少于消费者。由于全部地面几乎被道路和房屋所覆盖，仅有少量的绿地，这些植物的产量远远不能满足城市生态系统内消费者的需要，而必须从外部输入。如各大城市的粮食都依靠外部运入。

2. 城市生态系统具有明显的社会性

城市是社会的经济中心，又是社会文化、教育、科技、信息中心。任何一个城市都必然要同周围的广大地区建立广泛的联系和进行广泛的社会交流，形成一定范围的经济、科技、文化辐射面。特别是社会经济发展中的生产布局、文化传统、科技水平等，对城市生态系统的影响十分强大。在现代社会经济基础和上层建筑的强大作用下，城市生态系统必然反映时代的特征，表现出更加明显的社会性。

3. 城市生态系统比较脆弱，自然调节能力十分有限

城市生态系统本来就是一个典型的人工生态系统，其中自然系统因素所占比重就少。因此，其自身的自然调节能力十分有限。随着城市人口的高度聚集，大量人造物的生产和排泄，使城市生态系

统不断受到破坏，其自我净化功能降低，变得比较脆弱。如发达国家的城市居民，几乎每家都装有空调。夏天能够把室内各种热源产生的热量排放到室外，使室内凉爽；而室外由于热量集中，超过了自然散发限度，整个城市的气温必然升高，使热岛效应更为严重，从而影响地区气候。

第二节　城市环境污染及其危害

工业革命和现代科学技术革命，将一切国家和地区都卷入到了城市化的行列，使社会的现代化和城市化成了不可分割的历史现象，城市人口急剧增加。据估计在21世纪初，世界上将有一半左右的人口居住在城镇。现代城市随着工业的高速发展和居民的不断增加，工业生产和居民生活中产生的大量废弃物，大大超过了城市生态系统的容纳限度和自净能力，造成了严重的城市环境污染。城市环境污染已成为人类社会环境污染最严重的区域。尽管世界上各个城市的环境质量不尽相同，有些城市经过治理环境状况也得到了改善，但从总的情况看，城市环境污染还是比较严重的。

一、城市环境污染的主要表现

一般环境污染的各种情况基本上在城市环境污染中都有表现，而且比较典型。主要表现在以下几个方面。

1. 城市大气污染

由城市工业生产中产生的废气、汽车尾气和居民生活中燃放的大量烟尘主要笼罩在城市上空，造成城市空气的严重污染。过去诗人笔下“工厂林立，浓烟滚滚”的赞美之词而今成了城市大气污染的绝妙写照。“阿波罗7号”宇航员从太空眺望，“城市上空完全是一层厚厚的烟雾。”我国首都北京市也由于大气的烟尘多灰，其“烟雾日”由50年代平均每年为45天，到70年代增至100天，80年代多达199天。目前我国99%以上的城市大气质量达不到国家一级

标准，有些城市还出现了氟污染和光化学烟雾。在长江沿岸有18个城市、沿海17个城市出现了酸雨污染。其中西南的重庆、贵阳和华东的苏南地区，已成为我国的三大酸雨污染区。与城市大气污染有关的另一个突出问题是"热岛效应"。即城市市区特别是城市中心地区的气温高于效区和农村的热聚集现象，导致城市大气发生变化。目前城乡间的气温差国外有3—5℃有时甚至高达11℃，我国目前一般为2—3℃。

2. 城市水环境污染

当前的水体污染主要集中在城市。由于城市工业废水，生活污水的大量产生和排放，首先使城市水环境受到污染。据统计，全世界每年排放的废水约6千亿吨，其中绝大部分来源于城市。近年来，我国每年排放的工业废水和城市生活污水总量约400亿吨，并以每年8%的速度递增，其中90%的废水、污水未经净化处理就直接排入附近水域，严重污染了地下水源。据我国对北京、吉林、长沙、沈阳、西安、邯郸6个城市中的574个水源井调查，受严重污染被迫停用的就占20%以上。北京市的饮用水，有1/3不符合国家规定的饮用水质量标准。我国一些城市的群众在评价当地河水状况的变化时说：50年代淘米洗菜，60年代水质变坏，70年代鱼虾绝代，80年代只能刷马桶盖。

3. 垃圾污染

工业废渣和生活废弃物等各种垃圾是城市环境污染的又一个重要因素，也已成为非同小可的社会问题，是当今世界各国政府最头痛的公害之一。在美国这个世界上垃圾"产量"最高的国家里，垃圾的每年产量约为2亿吨，仅纽约每天就出产垃圾2万多吨。据不完全统计，目前我国每年排放的各种工业废废约4.3亿吨，其中经综合利用加以"消化"的仅占19.3%，其余部分堆积于市内或市效成为一大祸害。全国每年排放的生活垃圾约6500万吨，绝大部分未经无害化处理。这些城市垃圾对环境的污染也是十分严重的。它不仅

造成城市环境污染，而且能够污染附近的农田、农作物和水域。城市垃圾中的病菌还可以附着在农产品上返回城市，形成交叉感染。特别是一次性快餐盒及各种塑料包装袋，曾经是包装业取得突破性成功的标志，也曾被誉为“白色革命”，而今，却已经成为“白色污染”，变成城市一大公害。

4. 城市噪音污染

城市噪音污染比较严重，据1992年我国对40个城市的统计，平均等效声级均在55分贝以上，而北京、上海等大城市的噪音均高于纽约、东京和巴黎。城市环境中76%的噪音是由交通运输引起，10%由工业生产造成，日常生活中的扩音（包括用高音喇叭播放舞曲招徕顾客），公共场所的喧闹声占14%。因此，治理交通噪音是防治城市噪音的重要方面。

二、城市环境污染的危害

日益严重的城市环境污染，不仅直接影响着城市居民的生存条件，而且给人类社会带来很大的危害。

1. 危害人体健康

首先，城市环境污染直接明显的危害城市居民的身体健康。英国伦敦曾发生过的“黑烟雾事件”，就是由于工厂和居民用煤排放的烟尘大量积压在城市上空不散，厚厚的含毒烟雾造成的严重的空气污染，在不到一周时间内竟使4000居民丧生，上万人受害。

其次，城市环境污染间接危害其它地区人们的健康。城市是人类社会环境污染最严重的区域，是一个巨大的污染源。它向大气中排放的二氧化硫等有毒气体所形成的酸雨，不仅毁坏森林、农作物、破坏水源、而且对这些地区人们的身体产生危害。特别是城市污水，如果不经过无害处理排人附近水城，就会污染河流，危害流域内人体健康。1986年11月欧洲莱茵河污染事故，就造成了上千人发病，有的甚至死亡。

再次，城市环境污染潜在的、不明显的危害后代人们的健康。

有些污染可以导致遗传基因突变，染色体畸形和畸胎，祸及子孙后代。

2. *在经济上造成损失*

城市环境污染直接影响工农业产品的质量和产量，甚至导致停产，造成很大的经济损失。我国蚌埠市和淮南河段污染较严重，在1978年11月到1979年5月的半年时间里，沿岸工厂因水污染致使生产大量次品而被迫停产。据15个工厂统计，因停产就造成1000万元的损失。1995年我国排放的污水总量约400亿吨，其中的大部分是由城市排放的，仅此一项，每年造成的直接经济损失就达300多亿元。同时，由污水灌溉每年受污染的耕地多达66万公顷，2/3的河流受到不同程度污染，导致大批鱼类死亡。全国由于各种环境污染所造成的经济损失每年约800亿元。

3. *城市环境污染威胁城市的存在和发展*

这主要是指城市生态环境遭受严重破坏，所引起的一些现实的和潜在的危机或可能发生的灾难性后果，将威胁城市的存在和发展。如有些城市正面临水源枯竭，地面下沉、土地沙化的危害或受到沙漠围困的情况，既威胁着城市当前的存在，也威胁着城市未来的发展。

第三节　城市环境污染的防治

随着城市环境污染及其危害的日趋严重，城市环境污染的防治已刻不容缓。

一、造成城市环境污染的主要原因

城市环境污染是人类经济、社会发展与环境之间的关系不协调，主要是资源的利用不合理和浪费所造成的。主要有以下几个方面的原因。

1. 城市人口的增长和经济的发展超出了城市生态系统的承载能力和容量

伴随着世界上城市化的进程，城市在规模上和数量上以前所未有的速度发展着、扩大着，大量的农业人口变成了工业人口，人员、财富、知识等迅速地向城市高度集中，从而在城市这个很小的土地上，出现了许多大工厂、商业区和密集的人口。所有这些都超过了城市生态系统有限的承载能力和容量。

2. 资源的利用率低，增加了废弃物的排放

在这里仅以能源利用为例。世界上的能源利用效率普通较低。据统计，20世纪70年代，美国总的能源利用效率是51%，英国是40%，日本是57%，中国是30%。由于利用率低，就增加了废气、余热、粉尘等废弃物的排放。据测算，我国的能源利用率若能提高到世界先进水平，每年可减少3亿吨煤的消耗，同时会使大气质量得到极大的改善；如果我国工业固体废弃物综合利用率达到50%，每年就可减少4500万吨废弃物的排放。

3. 对城市生态系统的破坏，减弱了城市生态系统的调节机能

在组织城市经济活动和社会生活及城市建设方面，由于不重视城市生态规律，也不以反映城市生态规律的理论指导组织城市经济活动和社会生活，也不能合理使用城市土地与空间，城市建筑布局和工业布局混乱，从面破坏了城市的生态系统，减弱了城市生态系统的调节机能，加剧了城市环境污染。例如，多年来人们一直认为北京应是我国的经济、政治和文化中心，于是在这三个方面齐头并进，结果使一些耗能多、用水多、运输量大、占地广的工业也挤进了北京城，致使北京市用水紧张，城市污染增加。改革开放以后，北京市政府提出了“北京是首都，是全国政治和文化的中心”的总体规划方案，调整了经济结构，决定不再发展重工业，经过治理，北京市的城市环境迅速得到了改善。

至于发达国家城市环境污染的原因，还有这些国家的高生产、

高消费政策。这些政策使城市生活过度奢侈，浪费了大量的能量和物质，使废弃物过多，从而使城市环境污染严重。

二、城市环境污染的防治措施

城市环境污染的防治就是合理利用资源，防止城市环境污染；在城市环境污染产生以后，做好综合治理。在实际工作中要做好城市环境保护管理和城市环境污染治理两个方面的工作，注意以防为主，把城市环境保护管理放在首位，采取综合治理城市环境污染的方法，并通过管理促进治理，防治结合，为人们创造一个有利于进行生产和生活的、健康、舒适、便利、优美的城市环境，实理城市的经济、社会、环境的协调发展。

1. 以防为主，搞好城市建设，从根本上防止城市环境污染和保护城市环境

首先，在城市建设中要贯彻合理利用国土资源原则，注意城市生态平衡。对城市来说，国土资源主要指淡水资源和土地资源以及原料、燃料等。如果对它们的利用超过了一定限度，势必会破坏城市的生态平衡，导致城市环境污染。因此，必须贯彻合理利用国土资源原则。在城市发展中，合理控制城市人口规模和生产规模，把节水、节地作为一项战略任务。同时要有城市生态观念，注意城市建筑的生态平衡。长期以来，人们仅用适用、经济、美观概括建筑的本质，而忽略了它的生态学本质，致使过分集中的商业区、文化娱乐区等服务空间和被服务空间的不平衡，造成交通拥挤，环境污染等问题。因此，对城市建筑生态失衡也要注意防止。

其次，合理安排工业布局和城市功能分区以及两个文明建设项目，有计划、有规划的进行城市建设。用战略眼光对城市建设进行整体规划，对工业布局、城市公共设施布局、居民住宅区、城市道路、大型公共建筑、中心广场、专用绿地等，实行统一规划，配套建设。既重视合理安排物质资料生产、流通、分配和消费服务的建设项目，以及居民住宅和公共物质生活服务设施的建设项目，也要

重视合理安排精神产品的生产、传播、利用和储存的建设项目，以及为城市人民精神生活服务的各种设施的建设项目。把城市的国民经济计划和安排与城市的规划和建设有机地结合起来。

再次，加强城市环境保护设施建设。加强对维护城市生态平衡，保护劳动者健康、确保生产正常进行的重要设施、城市各种防灾设施等各类设施的建设，如环境卫生、废弃物和垃圾处理、环境监测等设施。

总之，城市建设要统筹兼顾社会效益、经济效益和环境效益，使它们三者之间能够相互促进、和谐发展，有利于恢复和保持城市生态平衡，防止城市环境污染，不断提高城市环境质量。

2. 防治结合，综合治理，把城市环境污染物的排放控制在许可的限度内

首先，要综合利用资源，最大限度的减少“废气、废液、废渣”的排放。由于我国经济长期沿用粗放型的增长方式，高投入、低产出造成资源和能源消耗高、浪费大，环境污染严重，经济增长质量和效益不高。目前，我国矿产资源的总回收率仅为30—50%，比世界平均水平低10—20个百分点；我国每万元国内生产总值能耗比发达国家高4倍多，钢材消耗高3倍多，主要耗能产品单位能耗比发达国家高出30%—90%。而我国城市环境污染主要是工业污染，工业污染主要是由资源的浪费造成的。因此，我国城市环境污染的防治，必须立足于资源的综合利用。其主要途径有三个：其一，工业“三废”资源化。即综合加工、综合利用；回收加工，分离回用；厂际协作，挂钩互用；深度加工，彻底利用。其二，废旧物资资源化。即把废旧物资收集加工，再生利用，使其成为社会财富。其三，充分利用工业生产过程中排出的二次能源，如可燃气体和余热等。

其次，综合治理，尽量减轻城市环境污染的程度。城市环境污染的防治，同样也要动员社会各方面力量，运用政治的、经济的和

法律的手段进行综合治理。在目前条件下，对那些无法避免的城市环境污染物，要采取有力措施进行无害化处理或其它办法进行处理，尽最大努力减弱它们对城市环境的污染程度。如兴建城市垃圾和污水处理厂，对其进行无害化处理；把对燃煤锅炉的改造，尽量消除烟尘与改变能源结构，发展城市煤气。发展城市多种热源集中联片供热等措施相结合等等，大力减少城市污染物和排放。

3. 加强管理，切实保护城市环境

首先，要坚决贯彻执行党和国家制订的有关环境保护方面的法规、政策和条例，严格控制"三废"排放量。要依据国家已经颁布的《环境保护法》和《刑法》中有关条款，依法管理保护城市环境。坚决贯彻执行国务院和有关部门制订的《工业"三废"排放试行标准》，《征收排污费暂行办法》，《生活饮用水卫生标准》，《关于进一步开展资源综合利用的意见》，《资源综合利用目录》等规定，切实抓好资源的综合利用，严格控制"三废"排放量。对那些超标排污的企业要责令限期治理，对排污严重的工厂实行关、停、并、迁，对那些造成严重环境污染，触犯刑律的要追究当事人的刑事责任。

其次，加强城市环境污染监测和城市环境质量评价工作。这是加强城市环境管理保护的一项基础性工作。要广泛运用现代物理、化学新技术及生物反应，对城市环境中的有害物质进行定性和定量测定，并对影响城市环境质量的原因分析，及时发现城市环境污染物、污染范围、污染影响，并及时查出污染源，以便及时治理。在做好城市环境监测工作的基础上，每个城市的环保部门要认真做好其环境质量评价工作，定期发布城市环境质量状况。

再次，实行城市噪音管理，严格控制和尽力减少城市噪音污染。各个城市的环保部门，要根据本市的规模、交通、人口等实际情况，对其交通噪音要有相应的规定。如北京市规定各种机动车辆要换上低噪音喇叭、东西长安街等17条街道禁止鸣喇叭，这样就做

到了十里长街“车流滚滚无笛声”。同时，要用发展城市交通，改善行车环境等措施来减少城市交通噪音。如加宽路面并使之平整，以立体交叉代替平面交叉，机动车与非机动车分道行驶，限制车速，在路旁植树等办法来减少城市交通噪音。

再次，要根据“谁污染谁治理”的原则，要确定各部门、各企业，直至每个职工及居民对保护城市环境应负的经济责任和应尽的义务，使人们共同关心和保护城市环境。同时要重视城市文物风景或历史遗迹的保护与利用。

总之，我国人民在党和政府的领导下，有社会各方面的大力支持，企业的积极主动努力，城市居民的自觉行动，只要我们不断地依靠科技进步，采取各种有力措施，切实加强对城市环境的保护管理，我国城市环境污染一定能够得到防治，我国的城市环境将能够清洁、安静和更加优美。

第十四章　可持续发展

可持续发展是80年代随着对全球环境与发展问题的广泛讨论而提出的一个新概念。可持续发展概念自诞生以来，已越来越得到社会各界的关注，其基本思想已经被国际社会广泛接受，并在制定发展战略时，追求可持续发展已成为国际社会的一个潮流。我国在《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》中，把可持续发展战略和科教兴国战略一起被摆在突出的地位。我国实施可持续发展战略，是我国迈向21世纪的必然选择。

第一节　可持续发展的提出

可持续发展思想的产生、形成和提出，是人们在解决以环境为中心的许多社会问题的过程中，对产生的这些问题的根源进行理性思考的结果。它是人类为了推动社会全面进步，在经历了长期的探索和努力，吸取了正反两方面的经验和教训后所选择的正确道路。

一、传统发展观及其演变

发展是当今世界的主旋律，从根本上说，是整个人类社会历史的首要基本问题。一部人类文明史，就是人类文明发展的历史。诚然，在人类社会的发展中，人们对发展的理解和认识也有一个演变的过程。

1. 传统的发展观

从农牧业的产生到实现工业化的漫长历史时期里，人们一直把社会的发展等同于经济的增长。尤其是在第二次世界大战之后，在

重建经济的强烈冲动下，追求经济的高速增长，成了世界各国普遍追求的发展战略，认为发展等于经济增长。这种单纯追求经济增长的发展观，使人类社会生存和发展的物质技术基础得到全面改观，也使人类社会生活的各个领域相应发生了巨大变化。但是，伴随着生产力水平的提高，这种单纯追求经济增长的发展模式带来了严重的后果：地球上的大片原始森林被砍伐，森林覆盖率迅速下降；地面植被遭破坏，沙漠化速度加快，土壤侵蚀加剧；大量矿藏掠夺式开采，大批自然资源迅速减少甚至枯竭；工业中的废物大量直接进入大气圈、水圈和生物圈，造成了严重的环境污染；人类自身生产的无节制，导致了人口剧增，大大加重了对生存环境的压力。这种经济增长没有建立在环境的可承载能力基础之上，没有确保那些支持经济长期增长的资源和环境基础受到保护和发展，相反，有的甚至以牺牲环境为代价谋求发展，其结果导致生态系统的失衡乃至崩溃，使得经济发展因失去健全的生态基础而难以持续。在国民生产总值指标中，既没有反映自然资源消耗和环境质量的指标，也没有揭示一个国家为经济发展所付出的资源和环境代价，相反，环境越是污染，资源消耗越快，经济增长就越迅速。例如，污染引发的疾病增加了人们医疗方面的开支，污染引起的腐蚀加快了耐用品的更新，治理污染又要花费大量的资金，这些都累计在国民生产总值之内，“促进”了国民生产总值的增长。因此，传统发展模式所表现出来的经济繁荣带有很大虚假性。

2. 可持续发展的提出

面对一系列严重威胁人类生存与发展的社会问题，人们开始重新审视自己所走过的历程，对传统的发展观进行反思和总结。1972年联合国在瑞典斯德哥尔摩召开了“人类环境会议”，通过了《人类环境宣言》，呼吁各国政府和人民为维护和改善人类环境，造福人民、造福后代而共同努力。这是世界各国政府共同讨论当代环境问题，探讨保护全球环境战略的第一次国际会议，标志着人们的发

展观已有了新的变化，即发展不能撇开人类生活的环境，不能只是经济增长，必须保护环境，治理污染，恢复生态平衡。这次会议之后，环境保护和污染治理在世界各国都程度不同地有所行动。但是，这一阶段强调的是单纯的环境问题，还没有深刻地将环境与经济和社会的发展很好地联系起来，环境与发展两张皮的问题并没有得到解决，就环境去治理环境。摆脱不了人类面临的困境，因此，还没有从根本上找到解决问题的出路。

在人们对传统发展观进行反思和突出强调环境保护发展观的形成过程中，随着对这一问题认识的逐步深化，萌发并形成了可持续发展思想。可持续发展的提法首次出现在1980年发表的世界自然保护大纲文献里，提出了“可持续发展的生命资源保护问题”。虽然这个文献对可持续发展作了较系统的阐述，但并没有形成一个完整的概念。之后，世界自然保护联盟为了使世界自然保护大纲中的提法更进一步深化，又发表了名为《保护地球》的具有国际影响的文件，文件针对一个时期以来使用可持续发展概念存在的混乱现象，对可持续发展作了进一步的解释和阐述，认为可持续发展应是“改进人类的生存质量，同时不要支持发展的生态系统的负荷能力。”但其阐述不够确切和完整。1983年联合国第38届大会上通过决议，委托挪威前首相布伦特兰夫人为首的世界环境与发展委员会，与环境规划署合作编制环境前景文献。经过几年调查研究，该委员会于1987年向联合国提交了一份《我们共同的未来》的报告，对可持续发展思想进行了更为全面和系统的阐述。并在总结以往经验的基础上，对可持续发展的概念作出了更为全面的说明。1989年，联大期间，经过一系列南北谈判和磋商，通过了有关决议，统一了对可持续发展的共同认识，作出了授权于1992年召开最高级别的“联合国环境与发展大会”以促进全球“可持续发展”的决定。经全体联合国成员国的共同努力，1992年6月在巴西的里约热内卢召开了“联合国环境与发展大会”。在这次有183个国家政府首脑参加的会议

上，正式提出了“可持续发展”的概念，并制定和通过了《21世纪议程》和《里约宣言》等重要文件，总结了人类社会发展的历程，正式把可持续发展作为指导各国社会发展的指导方针。

可持续发展理论的提出，是人类对环境与发展的一种新的认识；环境与发展密不可分，两者相辅相成。要促进发展，就必须同时考虑环境的保护和治理；而环境污染问题的根本解决，也必须通过经济的发展，在发展进程中加以解决。这里的发展，不是原来意义上的发展，而是指必须转变传统的发展模式和消费方式，从发展中寻找可行的途径。发展模式的转变，是指由资源消耗型发展模式逐步转变成资源节约型发展模式，即依靠科技进步，节约资源与能源，减少废物排放，实行清洁生产和文明消费，建立经济、社会、资源和环境的协调。

可持续发展的意义，不仅在于它为人们提供了一个社会经济发展可供选择的战略模式，更为重要的是它为人类的生存和发展提供了一个新的思维方式，它反映了在工业文明、科技进步、经济增长的冲击下，人类对自身发展与自然持续之间关系的科学理解和深刻反思。

二、可持续发展的概念

当前，可持续发展作为一个完整的理论体系正处在形成的过程中。对于可持续发展的概念，人们有着不同的解释。

1. *从学科角度论述可持续发展具有代表性的几种定义*

第一，着重从自然属性定义可持续发展。较早的时候，持续性这一概念是由生态学家首先提出来的，即所谓生态持续性。它旨在说明自然资源及其开发利用程度间的平衡。1991年11月，国际生态联合会和国际生物学联合会联合举行关于可持续发展问题的专题研讨会。该研讨会的成果发展和深化了可持续发展概念的自然属性，将可持续发展定义为：“保护和加强环境系统的生产和更新能力”。即可持续发展是不超越环境系统更新能力的发展。

第二，着重于社会属性定义可持续发展。1991年，由世界自然保护同盟、联合国环境规划署和世界野生动物基金会共同发表《保护地球——可持续生存战略》，提出的可持续发展定义为："在生存不超出维持生态系统涵容能力之情况下，改善人类的生活品质。"即发展的目的是改善人类的生活品质。但是满足人类的这种需要，必须限制在"维持生态系统涵容能力"的条件下，这样才能使世世代代的人类生活品质都能得到改善。

第三，着重从经济属性定义可持续发展。很多经济学家着重从经济属性论述可持续发展，都认为可持续发展的核心是经济发展。1996年，世界银行提出：能做到人均财富不断增长的发展，就是可持续发展。这一简单的概括中有很深的内涵：即强调"人均"财富的增长，强调"不断"这一动态趋势。面对于财富的概念，应包括物质资本、人力资本和自然资源。类似的提法还有：可持续发展是"在保持自然资源的质量和其所提供服务的前提下，使经济发展的净利益增加到最大限度。"是"今天的资源使用不应减少未来的实际收人"等等。这些概念已不是传统的以牺牲资源与环境为代价的经济发展，而是强调包括自然资源在内的财富的不断增长。

第四，着重从科技属性定义可持续发展。没有科学技术的支撑，无从谈起人类的可持续发展。有的学者从技术选择的角度论述可持续发展。认为"可持续发展就是转向更清洁、更有效的技术，尽可能接近'零排放'或'密闭式'工艺方法，尽可能减少能源和其他自然资源的消耗"。还有的学者提出，"可持续发展就是建立极少产生废料和污染物的工艺和技术系统"。他们认为，污染并不是工业活动不可避免的结果，面是技术差、效益低的表现。因此主张科技引导，走向可持续发展。

2. 布氏可持续发展定义

前面所述，挪威首相布伦特兰夫人及她所主持的有21个国家环境与发展问题著名专家组成的联合国世界环境与发展委员会，1987

年提交长篇报告《我们共同的未来》，其中系统地阐述了人类面临的一系列重大经济、社会和环境问题，提出了更具概括性的可持续发展概念。这一概念在1992年联合国环境与发展大会上得到共识。

布氏提出的可持续发展定义是："满足当代的需要，又不损害子孙后代满足其需求能力的发展。"

这一定义包含如下内涵：

公平性原则，是指发展目的应满足整代人的需求，而不是一部分人的需求。可持续发展强调本代的公平，代际间的公平以及资源分配与利用的公平。目前这种全球贫富悬殊、两极分化的世界是不可持续的。因此要把消除贫困作为可持续发展过程特别优先的问题来考虑，要给世世代代以公平的发展权。

持续性原则。在"满足需求"的同时，必须有"限制"因素。没有限制就不能持续。主要限制因素是保护人类赖以生存的物质基础——自然资源与环境。"发展"一旦破坏了人类生存的物质基础，"发展"本身也衰退了。持续性原则的核心指的是人类的经济和社会发展不能超越资源与环境的承载能力。

共同性原则。国情不同，实现可持续发展的具体模式不可能是唯一的。但是，上述的公平性原则和持续性原则应是共同的。并且，实现可持续发展总目标，应有全球联合行动，认识到我们的家园——地球的整体性和相互依存性。

布氏可持续发展概念的核心思想是：健康的发展应建立在生态可持续能力、社会公正和人民积极参与自身发展决策的基础上。它所追求的目标是：既要使人类的各种需要得以满足，个人得到充分发展，又要保护资源生态环境，不对后代人的生存的发展构成威胁。它特别关注的是各种经济活动的生态合理性，强调对资源、环境有利的活动应给予鼓励，反之则应予摒弃。在发展指标上，不单纯用国民生产总值作为衡量发展的唯一指标，而是用社会、经济、文化、环境等多项指标来衡量发展。这种发展观较好地把眼前利益

与长远利益、局部利益与全局利益有机地统一起来，使经济能够沿着健康的轨道发展。

3. 从三维结构复合系统定义可持续发展

我国在制定《中国21世纪议程》的过程中，深深感到可持续发展不单指经济发展或社会发展，也不单指资源与环境保护，而是指以人为中心的自然——社会——经济复合系统的可持续。可持续发展就是能动地调控自然——社会——经济复合系统，使人类在不超越资源与环境承载能力的条件下，促进经济发展，保持资源永续利用和提高生活质量。《中国21世纪议程》即是从调控这样一个复合系统出发，提出建立中国可持续发展经济体系、社会体系和与之相适应的资源与环境基础。

第二节 可持续发展的内容及特征

可持续发展作为一种全新的发展观，着重从人口、资源、环境的整体作用上，探索社会物质生产所依赖的社会经济环境与自然生态系统的相互关系。它包含着更为全面和丰富的内涵，具有鲜明的时代特征。

一、可持续发展的主要内容

可持续发展是人类20世纪末期一种十分明智的选择，其主要内容有以下几个方面。

1. 突出强调发展的主题

可持续发展把消除贫困当作是实现发展的一项不可缺少的条件，认为发展是人类共同的和普遍的权力。无论是发达国家还是发展中国家都享有平等的、不容剥夺的发展权力。特别是对发展中国家来说，发展权尤为重要。目前，发展中国家正经历着来自贫穷和生态恶化的双重压力，贫穷是导致生态恶化的根源，生态恶化又加剧了贫穷。因此，可持续发展对于发展中国家来说，第一位的是发

展，只有发展才能为解决贫富悬殊、人口剧增和生态环境危机提供必要的技术和资金，才能逐步实现现代化，并最终摆脱贫穷和愚昧。发展是可持续发展的基点，离开了发展，可持续也就无从谈起。

2. 环境与发展的整体性

可持续发展认为发展与环境保护相互联系，不可分割，构成了一个有机的整体。《里约环境发展宣言》强调指出："为了实现可持续发展，环境保护工作应是发展进程的一个整体组成部分，不能脱离这一进程来考虑。"可持续发展把环境建设作为实现发展的重要内容，因为环境建设不仅可以为发展创造出许多直接或间接的经济效益，而且为发展提供适宜的环境和资源。同时，可持续发展把环境保护作为衡量发展质量、发展水平和发展程度的客观标准之一，因为现代发展越来越依靠环境与资源基础的支撑，但环境与资源为发展提供的支持力量却越来越薄弱和有限了。因此，越是在经济高速发展的情况下，越要加强环境和资源保护，以获得长期持久的支撑能力。这是可持续发展区别于传统发展的一个重要标志。

3. 强调代际之间的机会均等

可持续发展指出当代人享有的正当的环境权力，即享有在发展中合理利用资源和拥有清洁、安全、舒适的环境权力，后代人也同样享有这些权力。这一代人不能滥用自己的权力，不能一味片面地追求自身的发展和消费，而剥夺了后代人理应享有的发展的消费的机会。不允许当代人以牺牲和损害后代人的利益和发展能力为代价来谋求暂时的发展。这一代人要把环境权力和环境义务有机地统一起来，在维护自身环境权力的同时，也要维护后代人生存与发展的权力。

4. 发展空间上人口、资源和环境的协调性

可持续发展强调发展一定要充分认识和妥善解决好人口、资源和环境之间的相互关系。主张人口、资源、环境、经济和社会相互

协调发展。可持续发展强调这一观点的重要依据，不仅在于符合理论上的要求，而且也在于当前和未来而临的严重形势所决定。在世界面临的粮食、人口、能源、自然资源利用和保护等重大问题中，人口增长的速度，人均占有资源的数量和环境质量下降三个问题最为突出，并直接影响和决定着世界经济的发展状况，决定着未来人类的命运。因此，可持续发展理论主张实行“控制人口、节约资源和保护环境”的发展战略，强调人类社会的发展，既要以经济不断增长为基础，又要以人口的适度发展，资源的合理利用和保护环境为条件，以促进人类社会日益文明富裕为目的。

5. 摒弃传统的生产消费方式和自然观念

可持续发展呼吁人们改变传统的生产方式和消费方式，要求人们在生产时要尽量地少投入、多产出，在消费时要尽可能地多利用、少排放。因此，必须纠正过去那种靠高消耗、高投入、高污染和高消费来带动和刺激经济高速增长的发展模式，转变为依靠科技进步和提高劳动者素质来促进经济增长的模式。此外，可持续发展十分强调人类必须改变对自然界的传统态度和观念，由“人是自然的主人”向“人是自然的成员”转变。这是因为，前种态度把人看作是自然界的主宰，导致在工业化和现代化过程中人类对自然界进行无限度的索取，结果造成资源浪费和环境破坏。这样不仅影响当代，而且将危害子孙后代。而实现向“人是自然的成员”的态度转变，则要求人类在经济活动中，要用现代生态学观点重新调整人与自然的关系，把人类当作自然界大家庭中的一个普通成员，达到与自然的和谐相处，协调发展。

6. 发展主体的系统性

从某种意义上讲，可持续发展是“科技进步、政府调控、公众参与”三位一体的系统工程。在未来的发展过程中，科学技术作为发展的自然力具有不可替代性，可持续发展主张确立绿色科技新概念，强调自然科学、社会科学和社会技术的融合，转化为可持续发

展生产力；可持续发展有赖于政府的调控行为，政府作为调控者是推动发展的主要社会力量；社会公众的监督和参与也是十分重要的，公众作为发展的参与者是持续发展的社会基础。

二、可持续发展的特征和思想精华

可持续发展观的出现是对传统发展观的反思结果与创新，经过20多年的摸索，人们逐渐找到了一条能够摆脱传统发展模式和生态危机的新的发展道路。可持续发展观有着鲜明的特征，同时，可持续发展作为一种思想，有自己的精华。

1. 可持续发展的特征

对可持续发展概念和内容的分析中可以得出，可持续发展的特征是：

发展的可持续性。可持续发展强调在满足现代人需要的同时，进一步的发展不是损害而是有利于下一代人的利益，达到现代与未来的统一。在社会发展战略上，实现了由侧重发展内容到侧重发展能力的转变。传统发展仅注重已取得的经济成果，往往忽略这种成果的取得对以后的发展潜力的影响。可持续发展观则把发展同未来有机地统一起来加以考察，着眼于社会发展的未来的可持续性，从而使发展获得了无限的潜力。

发展的协调性。可持续发展强调经济发展不仅要注意数量增长，更要改善增长的质量：提高效益、节约资源与能源、减少废物排放、转变传统的增长方式与消费方式、实施清洁生产和文明消费。主张经济发展必须限定在资源和环境的承载能力之内，追求经济、社会与资源、环境的协调发展，即发展的同时必须保护环境，控制环境污染，改善环境质量，保护生命支持系统，保护生物多样性，保护地球生态的完整性，不危及赖以持续的物质基础。以往的发展观将整个社会归结为经济这一单一要素，认为只要经济发展了，一切社会问题都可以迎刃而解。可持续发展观则把整个社会作为一个有机网络系统，认为社会发展只能表现为社会系统的格式塔

转换。这就要求社会变革必须实现综合配套，以使整个社会协同发展。

发展的目的性。可持续发展强调发展要以改善和提高生活质量为目的，与社会进步相适应。即在人的社会生活方面，实现了注重数量向注重质量的转变。以往的发展观仅把目光盯在“吃得饱”上，尚无暇顾及“吃得好”，即生活质量问题。而在温饱问题基本得到解决之后，生活质量、人的发展和享受问题被提上了日程，可持续发展观开始注重人的生活质量问题，强调发展的目的：要消除贫困、满足全体人民的基本要求，创建一个和平、公平、保障人们美好生活权益的社会。

发展的三维性。发展的三维性，是指发展包含经济发展、社会发展和环境发展三个方面，既包括数量的发展，也包括质量的发展（提高）。如《中国21世纪议程》所指出的：“建立可持续发展的经济体系、社会体系和保持与之相适应的可持续利用的资源和环境基础”。这正是可持续发展即三维发展的基本内涵和核心目标。同时，生态持续、经济持续和社会持续之间相互关联而不可分割。人类共同追求的应该是自然——经济——社会复合系统的持续、稳定和健康发展。

2. 可持续发展的思想精华

可持续发展作为一种思想，其精华在于“和谐”和“循环”。“和谐”是自然——经济——社会复合系统的三维结构相联接的纽带，可持续发展包容了：经济与社会的和谐；人与自然的和谐；本代与后代的和谐；地区之间的和谐；局部与整体的和谐；数量与质量的和谐；生产与消费的和谐等。“循环”是复合系统通向可持续的桥梁，可持续发展包容了：生产过程中原材料与废弃物之间的循环；社会生活中消费与回收的循环；生态系统中物质流与能量流的循环等。有人说21世纪“发展”的最大特点是将要创建“循环经济”和“循环社会”。

第三节 全球可持续发展的动向和特点

自1992年在联合国环境与发展大会上通过全球、区域和各国范围内实现可持续发展的行动纲领《21世纪议程》，并要求各国制定和组织实施相应的可持续发展战略、计划和政策，迎接人类面临的共同挑战以来，可持续发展已在全世界范围引起重大反响，具有突出的特点。

一、可持续发展动向

自1992年联合国环境与发展大会以后，世界上大多数国家都在考虑本国的可持续发展问题，许多国家相继制定了自己的可持续发展战略，有的制定了本国的《21世纪议程》，几乎所有的国际组织都在对《21世纪议程》作出反应。据联合国估计，到1997年底，全球已有100多个国家设立了专门的可持续发展委员会，有1600多个地方政府制定了当地的《21世纪议程》。这说明了各国政府都已认识到可持续发展的重要性，为了推进《21世纪议程》的全面实施，联合国经济理事会专门成立了可持续发展委员会。从1992年以来，联合国可持续发展委员会每年都举行会议，审议《21世纪议程》的执行情况。从目前情况看各国在设立机构、制定规划等方面都取得相当的进展，在执行可持续发展的法律和规定，以及公众教育和意识方面也做出了努力。

从各国提出的可持续发展目标来看，处于不同地区，不同发展水平和发展阶段的国家，其可持续发展的含义和侧重点有所不同，追求的目标也不一样。发达国家可持续发展目标更侧重于环境的保护和生态效益，并通过技术创新提高增长的质量，改变消费模式，减少单位产值中资源的消耗以及污染物的排放量，通过关心气候变化等全球环境问题，企图遏制发展中国家的发展，为其进一步掠夺发展中国家的丰富自然资源而作各种尝试。而发展中国家所追求的

目标则主要是发展经济、消除贫困，解决温饱和人口健康、教育、安全等社会问题，提高保护环境与生态的能力。

在推动全球可持续发展的进程中，由于诸多原因，目前还存在着许多问题，阻碍着可持续发展的推进。主要问题是：其一，发达国家不肯履行在1992年环境与发展大会上关于资金援助的承诺，即应拿出各工业化国家0.7%GDP作为海外援助资金（ODA）来支持发展中国家尽快摆脱贫困。只有北欧包括挪威等少数国家做到了这一点。实际上，发达国家1993年的ODA只占GDP的0.29%，比1992年占GDP的0.33%还有所下降。其二，发达国家还没有提供更多减让的、非市场机制的优惠条件向发展中国家转让环境保护技术，致使发展中国家在资金短缺的前提下，难以得到足够的环境无害化技术。其三，相当一部分发展中国家既无经济实力，又无技术解决本国的环境问题。当今世界，两极分化日趋严重。以占世界人口5%的首富和南方赤贫的人均收入为例，1960年，两者相差30倍，1970年32倍，1980年45倍，1990年60倍。据世界银行统计，截至1994年底，发展中国家的总债务已达1.95亿美元。面对这种现实，发展中国家呼吁，应尽快建立各国公平、合理、互惠、没有歧视的国际经济环境，使各国有机会平等地参与发展。没有国际社会的共同努力，要实现可持续发展是不可能的。

二、可持续发展的特点

综观联合国环境与发展大会后几年来的国际“环境与发展领域”中的形势，有以下特点值得我们重视。

1. 环境问题日益受到重视，并向各个领域渗透

环境与发展大会上确立的“可持续发展”概念正在被越来越多地区引入各多边会议，占据重要位置。在过去几年中已召开的联合国人口与发展大会、世界减灾大会、联合国社会发展首脑会议和第四次世界妇女大会等全球性会议上，环境问题都是主要议题之一；1996年召开的第二届世界人口大会，也将环境问题列为主题之一；

世界贸易组织已专门设立“贸易与环境委员会”；联合国粮食及农业组织、联合国开发计划署、人口基金组织、世界银行、货币基金组织、联合国工业发展组织等机构。也将各自主管的领域与环境挂钩，在开展项目活动、提供援助时均向“环境领域”倾斜。

2. *全球环境问题“法律化”的趋势进一步发展*

随着全球环境问题的日益突出，国际社会已认识到，仅在各种论坛上泛泛讨论，实际作用有限，必须寻求制定有法律约束力的国际公约，确保各国根据自己承担的义务，采取切实有效的行动。国际立法是一种强制性手段，如一国加人某项国际环境保护公约，就在法律上承担了相关的义务和责任；如不加入，就要在政治上、外交上受国际社会的压力，或在国际贸易上处于不利地位。近年来，新的全球、区域性和双边环境保护条约、公约和议定书不断出台，领域不断扩大，形成一股“热潮”。气候变化、生物多样化、荒漠化国际环境法的履行增强了国际环境保护措施的有效性和强制性，同时也将对各国经济和社会发展进程产生深刻影响。

3. *发达国家把环境保护作为针对发展中国家的新的贸易壁垒*

发达国家利用其技术方面的领先地位，对进口产品制定种种严格的“环境标准”，其结果是将抵消发展中国家的优势，限制发展中国家的产品进入发达国家市场，为发达国家的贸易保护主义措施披上“绿色”外衣。

4. *环境因素已成为多边、双边援助的附加条件*

绝大多数发达国家对利用其贷款进行的项目，都要求受援国进行项目的环境保护评估，主要内容是调查和分析项目对环境的影响，有无“三废”防治措施及其是否符合环保标准，并检查有无环保部门审查同意的文件。世界银行贷款也要求受援国对有关项目进行必要的“环境影响评估”。

三、必要的变革

现代社会在经济、文化、政治等方面，还远不能适应持续发展

的需要，要求变革的呼声，已经从各个渠道传播开来，归纳起来，当前急需作出变革的有以下几方面。

1. 个人态度和行为的转变

要采纳持续生存的道德准则，人们必须重新审查他们的价值观念并相应地调整个人行为。社会必须支持人们在观念和行为上的这种转变，各种相关信息必须通过正式和非正式教育途径来传播，以便使所需行动能为人们广泛理解。各国都应制订切实计划，教育人民持续的生活方式，指导人民在消费方式上保持与环境相容；对现行的环境教育状况、教育内容、教学能力要重新加以审核，要将环境教育扩展到各级、各类教育中，提高教育效果。各国、各地区之间应加强交流和合作，有益的经验应在可能的范围内加速推广。在这方面，发达国家有责任给发展中国家多方面的援助和指导。

2. 提高增长的质量

可持续发展应致力于解决那些生活在绝对贫困中的众多人口的问题。贫困削弱了人们以持续的方式利用资源的能力，这是许多发展中国家环境恶化的一个不容忽视的动因。对这些国家来说，必须恢复增长。这不仅是减轻贫困的直接要求。也是改善环境状况的必要条件。工业化国家也不会放弃增长，因为工业化国家的人民有了更高的生活要求。但是在目前，无论是工业化国家，还是发展中国家，其增长程度都不同地对自然的持续生产能力构成威胁，因此，改变传统的增长方式，提高增长质量，已经是当务之急。提高增长质量，要求在国家层次采取行动，在制定发展政策时，切实将经济和生态因素结合起来考虑，不仅要在发展目标上体现出来，而且要有周密的计划和行动，用于指导地方层次的活动。

3. 建立国际政治经济新秩序

要实现全球可持续发展，一定要有国际社会的共同努力，国与国之间一定要保持联系，互利合作。然而，众所周知，当今世界仍然存在各种不稳定因素，南北问题、地区性战争与冲突等，仍是人

类面临的严峻挑战。要实现可持续发展，必须消除现存的不稳定因素，重建国际新秩序。否则，在一个充满战争与冲突的国际环境中，任何国家都难以单独实现持续发展。

从环境与发展的角度考虑，建立有利于可持续发展的公正的国际秩序，必须明确各个国家应尽的责任与义务。发达国家过去是，现在仍然是世界资源的主要消耗者和污染物的主要排放者，他们理应在解决全球环境问题方面承担更多的责任和义务。发达国家要履行在1992年环境与发展大会上关于资金援助和以优惠的、非商业性条件向发展中国家转让环境保护技术的承诺。

为了建立全球范围内公正的国际秩序，有关的国际组织和机构应发挥积极作用。联合国有关机构过去在解决国际争端中发挥了协调作用，今后还应为重建国际新秩序作出更大的努力。

第十五章　我国的可持续发展战略

我国是世界上人口最多的发展中国家，面临着发展经济、摆脱贫困和保护生态环境，创造可持续发展基础的双重任务。这就决定了我国的经济发展不能采取以大量消耗资源为基础的数量扩张型发展模式，而必须以可持续发展思想为指导，从国情出发，面向世界，面向未来，在探索中走出一条经济、社会与资源、环境相互协调的有中国特色的可持续发展道路。为此，我国率先完成了世界上第一个国家级的21世纪议程——《中国21世纪议程》。它的制定，是结合我国国情，从环境与发展的总体联系出发，探索具有中国特色的可持续发展道路的纲领性文件，是一个改变传统发展模式，建立新发展模式的宏大系统工程，也是我国在世纪交替之际的必然选择。

第一节　唯一的选择——可持续发展

建国以来，特别是70年代以后，我国经济经历了非常的发展阶段，不仅人们的温饱问题得到了解决，整个国民经济也得到了空前发展，综合国力明显增强，人民生活水平随之不断提高。同时，环境保护作为基本国策得到了贯彻执行，许多对环境保护和资源持续利用意义重大的工程或区域建设项目得以实施，如五大防护林体系工程、治理山水、江湖及水土流失等重大项目以及对“三废”的控制和处理等方面取得了显著的或就，对于促进可持续发展起到了举足轻重的作用。然而，伴随着经济高速发展，我国的环境退化速度没有得以控制，资源正在被过度、过速利用，经济持续发展的环境资源基础遭到破坏，直接影响着社会经济进一步发展，发展的不持

续性日趋严重。造成这种状况的重要原因是：其一，人口与资源的特殊比例关系，决定了我国环境压力加大，许多可能的环境问题很容易变为现实。我国是世界上人口密度最大的国家之一，用7%的土地养活着22%的人口。资源的承载能力有限，随着我国人口的不断增长（每年增加1400万人口），为了增加食物供应和提供基本的生活保障，越来越多的土地投入使用，象渔业和森林等再生资源也往往会受到过度开发利用，水土流失加剧，资源破坏和环境退化成为现实。其二，长期推行传统发展模式，形成经济增长与环境保护两重机制互相脱离。传统发展一方面注重经济增长，将经济与环境对立起来，另一方面是注重经济发展的贡献率，这不仅造成了大量能源的浪费，污染环境，而且自然资源开发利用方式不当，资源综合利用率、废物利用或处理能力十分有限，其结果是资源浪费，“三废”量大。其三，经济政策，尤其是产业政策没能体现可持续发展战略。许多资源，如能源、耕地、渔业、林木等产品的价格长期处于其自身真正的经济价值，取得利用这些资源在经济上轻而易举，加重了这些资源的过度开发利用。许多有害于环境的产品，如化肥与农药，长期受国家政策补贴，使用量不断增加，加重了环境的负担。国民经济产业政策体系没能对有利于环境和有害于环境的产业采取不同的激励或限制政策，环境成本高的行业（如化学工业、造纸等）没有得到制约，而有益环境的产业（如环保产业、林业等）也没有得到实在的优惠政策而受到激励。其四，人均收入水平低，加上环境意识不强，使环境质量有效需求不足。我国人均GNP只有400美元左右，长期的贫困使经济增长的直接目的是改善人们的物质生活水平。在此阶段，人们对环境质量需求不足，对社会产品的需求还停留在对基本生活必需品（衣食住行）的水平上，对发展经济只注重经济收入的提高。当经济收人、产品生产与环境保护发生矛盾时，牺牲的总是后者。因而，在经济发展这一特殊阶段，贫困的人们往往是通过牺牲环境资源来换取基本的物品和经济

收入的提高，环境系统具有更大的风险性。

综上所述，过去传统经济增长模式已经造成了我国经济非持续发展，给人们的生存和发展带来了许多隐患。因此，转变发展模式，走可持续发展的道路，是我国的唯一选择。早在“八五”计划中，可持续发展战略就第一次写进了我国经济和社会发展的规划，在十四届五中全会上发表的《正确处理社会主义现代化建设中的若干重大关系》中指出，“在现代化建设中，必须把实现可持续发展作为一个重大的战略。要把控制人口、节约资源、保护环境放到重要位置，使人口增长与社会生产力的发展相适应。使经济建设与资源、环境相协调，实现良性循环。”1994年3月国务院发布了《中国21世纪议程》，从我国具体国情的人口、环境与发展的总体联系出发，提出了促进经济、社会资源和环境相互协调和持续发展的总体战略、对策和行动方案。1995年9月《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议》中指出，“‘九五’计划和15年远景目标，一定要体现可持续发展的方针，这是造福当代，涉及子孙的大事。”1996年3月，李鹏总理在《关于国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》的报告中提出：“实施可持续发展战略，保护生态环境，实现经济社会相互协调和可持续发展，对于今后15年乃至整个现代化的实现，具有重要意义。”党的十五大，又特别强调贯彻“可持续发展战略”。因此，我们应当抓住机遇，以可持续发展的思想为指导，认真实施可持续发展战略，走出一条具有中国特色的可持续发展道路。

第二节　我国可持续发展战略的内容及特点

《中国21世纪议程》是我国的可持续发展战略，是制定我国国民经济和社会发展中长期计划的指导性文件，同时也是我国政府认真履行1992年联合国环境与发展大会文件的原则立场和实际行动，

表现了我国在解决环境与发展问题上的决定和信心。《中国21世纪议程》为我国今后的发展描绘了一幅宏伟的蓝图。

一、《中国21世纪议程》的产生背景和制定过程

联合国环境与发展会议通过了全球《21世纪议程》，并且要求各国根据本国的情况，制定各自的可持续发展战略、计划和对策。李鹏总理代表我国政府作出了履行《21世纪议程》等文件的庄严承诺。据此，1992年7月，国务院环境保护委员会决定组织编制《中国21世纪议程》。由国家计委、国家科委牵头组织了52个部门、社会团体的300多名专家先后讨论修改了5稿，历时2年，于1994年3月25日在国务院第16次常务会上通过了《中国21世纪议程》即《中国21世纪议程——人口、环境与发展白皮书》。这是世界上第一个出台的国家级21世纪议程，它突出了可持续发展的总体战略思想，它的核心内容是阐述我国如何走可持续发展的道路。《中国21世纪议程》文本与联合国《21世纪议程》相呼应，是根据我国具体国情而编制的，它是我国在未来和20世纪发展的自身需要的必然选择。

我国的可持续发展的战略的具体内涵，概括起来讲就是：必须坚持以经济建设为中心，处理好人口、经济、社会、资源和环境协调发展的关系，即从人口、经济、社会、资源和环境的协调发展中推动经济建设的发展，并在经济发展中带动人口、资源、环境问题的解决；逐步将高投入、高消耗经济增长方式转变成集约和资源节约型发展方式；通过生产方式和生活方式的改变，重新确立人与自然和谐共处的关系，推动和建立新的社会文明。为保证这一战略实现，1994年7月4日，国务院向各省、自治区、直辖市人民政府和国务院各部委、各直属机构发出“关于贯彻实施中国21世纪议程——人口、环境与发展白皮书的通知”。通知指出：《中国21世纪议程》是制定我国国民经济和社会发展中长期计划的指导性文件，也是我国政府认真履行1992年联合国环境与发展大会文件的原则立场和实际行动。我国是发展中国家，我们的基本国情和在20世纪末以及21

世纪中叶的发展目标，决定了我国经济发展不能只注重数量增长，忽略对资源持续利用的发展模式和生活方式的研究，必须以可持续发展思想为指导，制定我国的发展战略和相应对策，走出一条具有中国特色的发展道路。通知强调：《中国21世纪议程》的贯彻实施需要各地方、各部门以及全体人民的共同参与和努力。国务院在通知中向各省、自治区、直辖市人民政府和国务院各部门与直属机构提出三项要求：要将《中国21世纪议程》作为各级人民政府制定国民经济和社会发展中长期计划的指导性文件，并将其基本思想和内容，在“九五”计划到2010年远景发展目标中得到具体体现；各地方、各部门要结合自己实际工作，通过各种途经实施《中国21世纪议程》，同时要广泛宣传《中国21世纪议程》的基本思想，取得广大干部和人民群众的理解和支持，使贯彻实施《中国21世纪议程》成为各级政府和人民群众的自觉行动；要进一步广泛开展国际合作，吸引更多的国外资金和技术，用于环境保护等方面具有重大影响的项目。

我国制定和实施可持续发展战略，这一行动具有划时代的意义。它表明，中国实施可持续发展战略，将为发展中国家实现现代化树立一个新的模式，同时，也使我国的经济发展迈入一个新纪元。

二、《中国21世纪议程》的主要内容和特点

《中国21世纪议程》是我国可持续发展的战略框架。它把我国的经济、社会、资源和环境结合为一体（复合系统），构成了一系列综合的、长期的、渐进的可持续发展战略、对策和行动方案，集中体现了我国实施可持续发展战略的基本观点和主要内容，具有强烈的时代特点。

1.《中国21世纪议程》的主要内容

《中国21世纪议程》共20章，78个方案领域，20余万字。如果把《中国21世纪议程》分解一下，包含四个层次：第一层次为“系

统”。《中国21世纪议程》可以分解为互相关联的四个系统，总体战略系统、社会可持续系统、经济可持续系统以及资源可持续利用和环境系统；第二个层次为“章”。各系统皆由若干章组成，每章的内容指明该系统定向可持续发展的重要方向；第三层次为“方案领域”。每章由若干方案领域组成，每个方案领域是该章的内容走向可持续发展的关键部位；第四层次为“行动”。每个方案领域由若干行动组成，行动是《中国21世纪议程》的细胞，是实施《中国21世纪议程》的基本单元。《中国 21 世纪议程》系统的框架结构如图2—1 所示。

《中国21世纪议程》文本四大部分主要内容如下：

可持续发展总体战略。从总体上论述了我国可持续发展的背景、必要性、战略与对策，提出了到2000年各主要产业发展的目标、社会发展的目标和与上述目标相适应的可持续发展对策。这部分包括，建立我国的可持续发展的法律体系，通过立法保障妇女、青少年、少数民族、工人、科技界等社会各阶层参与可持续发展以及相应决策过程。制定和推进有利于可持续发展的经济政策、技术政策和税收政策，包括将资源和环境因素纳入经济核算体系。逐步建立《中国21世纪议程》发展基金，广泛争取民间的资金支持。加强现有信息系统的联网和信息共享；特别注重对各级领导和管理人员实施能力的培训；注意进行教育建设、人力资源开发和提高科技能力。

社会可持续发展。这部分包括控制人口增长和提高人口素质，引导群众采用新的消费和生活方式；在工业化、城市化的进程中，发展中小城市和小城镇，发展社会经济，注意扩大就业容量，大力发展第三产业；加强城乡建设规划和合理利用土地，注意使环境的分散治理走上集中治理，逐步建立城市供水和污水处理协调统一管理机制，增强贫困地区自身经济发展能力，尽快消除贫困，建立与社会经济发展相适应的自然灾害防治体系。

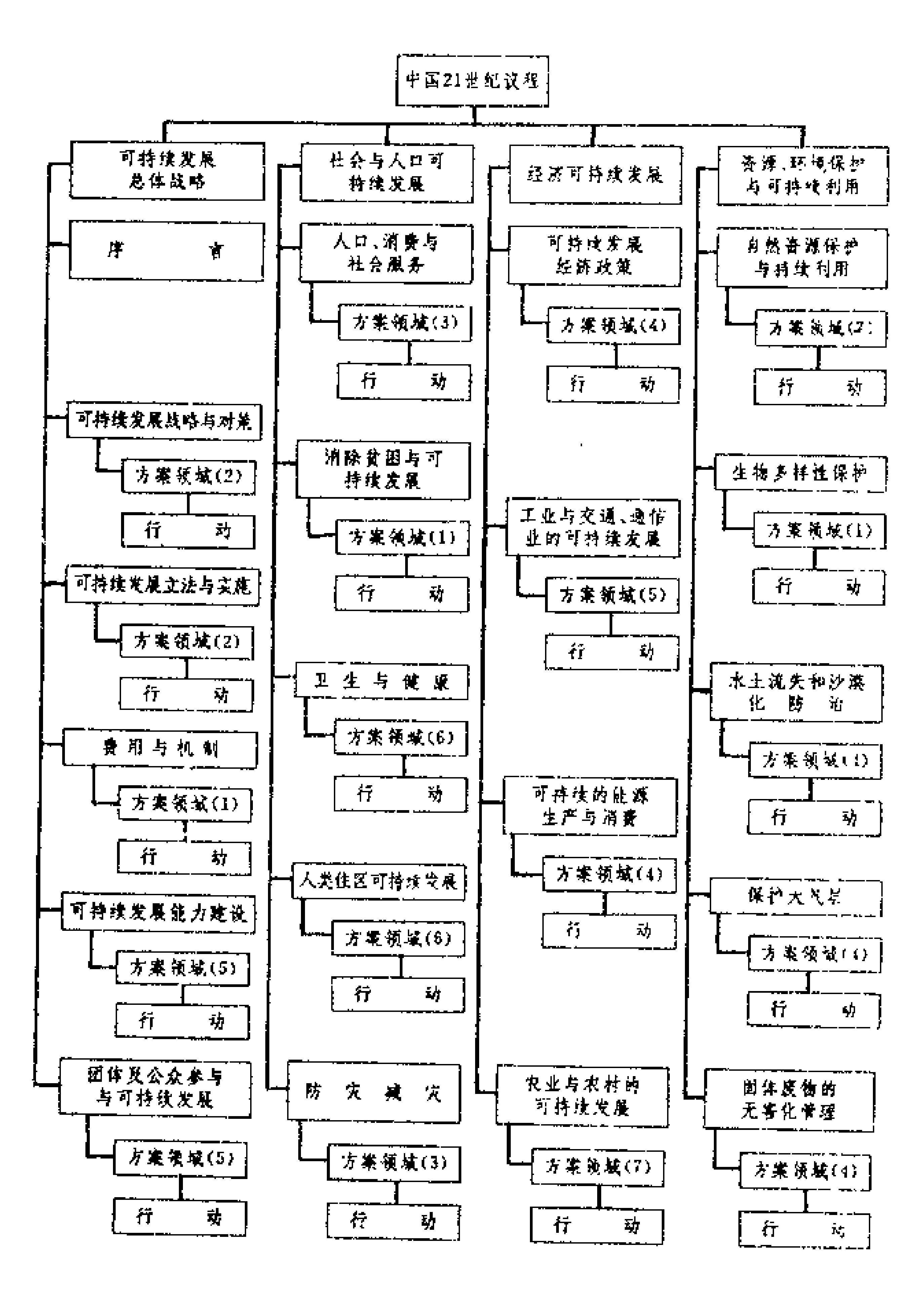


图2—1 《中国21世纪议程》框架结构

经济可持续发展。由可持续发展的经济政策、农业与农村经济的可持续发展、工业与交通、通信业的可持续发展、可持续的能源生产和消费组成。这部分包括利用市场机制和经济手段推动可持续发展，提供新的就业机会；完善农业和农村经济可持续发展综合管理体系；在工业生产中积极推广清洁生产，尽快发展环保产业，发展多种交通模式，提高效率与节能，推广少污染和煤炭开发开采技术和清洁煤技术，开发利用新能源和可再生能源。

资源的合理利用与环境保护。这部分包括在自然资源管理决策中推行可持续发展影响评价制度；通过科学技术引导，对重点区域和流域进行综合开发整治；完善生物多样性保护法体系，建立和扩大国家自然保护区网络；建立全国土地荒漠化的监测和信息系统；采用新技术和先进技术控制大气污染和防治酸雨；开发消耗臭氧层物质的替代产品和替代技术；大面积造林；建立有害废物的处置、利用的新法规和制定技术标准等。

2.《中国21世纪议程》的特点

《中国21世纪议程》是根据我国国情并参考全球《21世纪议程》制定的，它具有以下特点：

第一，《中国21世纪议程》把经济、社会、资源与环境视为密不可分的整体。《中国21世纪议程》不仅仅论及在发展中如何解决环境保护问题，还系统地论及经济可持续发展和社会可持续发展的相互关系问题，将经济、社会、资源和环境不可分割地结合起来，提出走向可持续发展的战略、政策和行动措施。认为可持续发展不单指经济发展或社会发展，也不单指资源与环境保护，而是指以人为中心的自然——社会——经济复合系统的可持续发展。

第二，《中国21世纪议程》的主题是发展，体现了新的发展观。我国摆在第一位的任务是把经济搞上去，这是历史赋予我们这一代和下一代的重任。各项工作都要以经济建设为中心，这并不与社会可持续发展、资源持续利用和环境保护有矛盾，因为同样是发

展，不同的发展模式的社会效应是不一样的。《中国21世纪议程》中表述的“发展”，体现了新的发展观，它力求结合我国国情，有计划、有重点、分阶段摆脱传统发展模式，逐步由资源型经济发展过渡到技术型经济发展。

第三，中国是世界上人口最多的国家，解决好人口与发展的关系是《中国21世纪议程》的又一战略重点。巨大的人口基数给经济、社会、资源和环境带来压力。尽管我国的人口自然增长率呈下降趋势，但人口增长的绝对数量仍很大（每年约1400万），社会保障、卫生保健及教育、就业等不适应人口增长的需求。因此要继续抓好计划生育，在控制人口数量增长的同时，通过大力发展教育事业、健全城乡三级医疗卫生妇幼保健系统、完善社会保障体系等措施，提高人口素质，改善人口结构，大力发展第三产业，扩大就业容量，充分发挥我国人力资源的优势。上述战略思想在《中国21世纪议程》中得到了充分体现。

第四，《中国21世纪议程》中表述的我国资源与环境战略，突出了以下内容：一是我国在总体上是一个资源并不富裕的国家。《中国21世纪议程》唤起了人们从现在起，就要有资源危机感。在21世纪，要建立资源节约型经济体系，将水、土、矿、森林、草原、生物、海洋等各种自然资源管理纳入国民经济和社会发展计划，建立自然资源核算体系，运用市场机制和政府宏观调控相结合的手段，促进资源合理配置，实行资源保护、利用与增殖并重的政策。二是我国21世纪环境战略的核心是环境的外部化转向环境的内在化。环境保护是“发展”自身重要的组成部分。从20世纪末到21世纪初，我国环境保护的主要压力还是来自工、农业发展和城市化引起的环境压力。解决的关键在于产业政策与环境政策协调、科学的管理与恰当的技术选择。《中国21世纪议程》中对此给予了回答。

第五，能力建设是实施可持续发展战略的基本保证。《中国21

世纪议程》从机制、立法、教育、科技和公众参与等诸方面提出了能力建设重大举措，并为我国可持续发展的国际合作创造适宜契机与良好环境。

以上特点可归结为：可持续发展包括生态持续、经济持续和社会持续，它们之间互相关联不可分割。孤立追求经济持续必然导致经济崩溃；孤立追求生态持续不能遏制环境的衰退。生态持续是基础，经济持续是条件，社会持续是目的。我们追求的应该是自然——经济——社会复合系统的持续、稳定、健康发展。

第三节 《中国21世纪议程》的实施

实现可持续发展，已成为全世界紧迫而艰巨的任务。我国政府对此给予高度重视，制定的《中国21世纪议程》，已得到国内外的普遍关注和强烈反响。中国《21世纪议程》的实施，将有力地推动我国走上可持续发展的道路，并妥善解决环境与发展问题。《中国21世纪议程》的实施需要全社会的努力，需要从计划、法规、政策、宣传、群众参与等不同方面加以推动实施。

一、《中国21世纪议程》的实施状况

《中国21世纪议程》已得到实施，具体实施工作体现在以下几个方面：

首先，把可持续发展战略思想体现在各级的国民经济和社会发展"九五"计划和2010年远景目标中。1994年9月起，国家计委、国家科委组织有关部门和专家，开展了将《中国21世纪议程》纳入国民经济和社会发展计划的研究及培训项目，培训了近300名国务院有关部门和各省、市、自治区计划、科技部门的人员，完成了研究报告，为《国民经济和社会发展"九五"计划和2010年远景目标纲要》体现可持续发展思想和提出可持续发展战略奠定了基础，做了理论上的准备。此外，在北京市、湖北省和贵州省开展了通过

“九五”计划实施《中国21世纪议程》试点工作，在1995年11月和12月，分别召开了“地方实施《中国21世纪议程》典型范例研讨会”和“全国贯彻实施《中国21世纪议程》汇报交流会”。1996年3月《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》再次把可持续发展确定为我国经济社会发展的重大战略。各地方和部门在制定本地区、本部门的“九五”计划和2010年远景目标纲要时，将《中国21世纪议程》作为指导性文件，使可持续发展的思想普遍反映在“九五”计划和2010年远景目标纲要中。我国人口最多的四川省和我国能源基地的山西省正在分别制定《四川省21世纪议程》和《山西省21世纪议程》，贵州省已完成了《贵州省21世纪议程行动计划》；过去被称为卫星看不见的城市本溪市，也实施了《本溪环境治理七年规划》，初步走上了资源开发和环境保护的可持续发展道路；以农业为主的南阳市基本完成了《南阳21世纪议程》。国务院各有关部委也在结合自身的工作，实施可持续发展战略。许多部门制定了本行业实施《中国21世纪议程》行动计划，如《中国林业21世纪议程行动计划》、《中国环境保护21世纪议程》、《中国海洋21世纪议程》等。国务院还制定了《中国跨世纪绿色工程规划》(第一期)、《全国主要污染物排放总量控制计划》。

第二，开展了中国21世纪议程优先项目的国际合作。近年来，我国政府与国际组织和外国政府在环境和发展领域的国际合作日益加强。一批有关环境和发展方面的合作项目正在实施，有的项目已经完成。这些项目有力地促进了我国可持续发展战略的实施。目前，第一批《中国21世纪议程优先项目计划》中，有30项已启动，占总数的37%；有29项正在洽谈，占35%。其中，澜沧江——湄公河区域合作项目进度较快；江西省鄱阳湖的区域开发项目不仅得到国际社会的大力支持，而且当地人们的观念也发生了极大变化；黄河三角州项目开展顺利，山东省为此成立了以副省长为组长的领导小组；我国可持续发展网络项目已正式启动。该项目的实施将有力

推动我国的信息共享。

第三，开展了以可持续发展宣传、培训为中心的能力建设。各类报刊杂志开辟专栏，详细介绍我国可持续发展战略的由来、内容及选择这一战略的意义。中央人民广播电台从 1996 年 6 月 5 日起广播——《中国可持续发展之路》；北京电视台重复播放了《21世纪不是梦》的30集电视片，其中涉及的一些不可持续的生产方式已引起了当地政府的重视。全国各地利用电台、电视台宣传可持续发展思想及战略。

在国家计委、国家科委联合举办将《中国21世纪议程》纳入计划培训班的基础上，各部门、各地区也已经和正在举办各种形式的宣传和培训。据统计，已举办的各类可持续发展培训班百期之多，上海、江苏、天津、北京、河北、山西、浙江、广州等都举办过大型的关于本地区可持续发展研讨会，南阳市专门成立了由中小学生组织的“小记者团”，宣传《中国21世纪议程》提出的可持续发展思想。

二、加大实施《中国21世纪议程》的力度

可持续发展的思想正在被人们所接受和认识，可持续发展战略正在贯彻实施。全面、有效地实施《中国21世纪议程》，还是一个相当艰巨的任务，需要我们的努力才能实现。

首先，提高全民可持续发展意识，进一步加强实施可持续发展能力建设。一要加强可持续发展教育。各级教育部门应将可持续发展思想贯穿于从初等到高等教育全过程。在小学、中学的有关课程或课外读物中包含控制人口、资源持续利用和环境保护的内容；高等教育和成人教育中应开设有关可持续发展课程。二要进一步加强可持续发展的宣传。《中国21世纪议程》是一个全民参与的计划，需要进一步宣传动员广大人民群众自觉地参与。各级政府要制定宣传计划，充分利用当地的电视、电影、广播、报刊、书籍等大众媒体，积极宣传可持续发展思想。各级学术部门和科研团体要组织和

动员专家学者参与可持续发展战略的宣传普及工作。三要进一步加强可持续发展培训。《中国21世纪议程》的实施需要群众的广泛参与，各级领导干部担负着组织的任务。因此，要把对各级管理干部，特别是各级决策层干部的可持续发展培训，放在突出重要的位置。各地区、各部门要通过干部学校、培训班、讲座等多种形式向各级领导宣传《中国21世纪议程》，使他们不断增强对可持续发展战略的理解和认识，各级党校也可以把可持续发展内容列入必修课。

第二，结合促进经济体制和经济增长方式两个根本转变，实施《中国21世纪议程》。党的十四届五中全会和八届全国人大四次会议突出强调了今后经济工作一定要实现经济体制和经济增长方式两个具有全局意义的根本转变。在社会主义市场经济体制下，市场对资源配置的基础性作用特有益于提高资源利用效率、降低物耗能耗，从而有助于保护资源和环境。同时，市场的自发性、盲目性也会对经济与资源、环境的协调起阻碍作用。在实施《中国21世纪议程》的过程中，既要充分发挥市场对资源配置的基础性作用，又要加强宏观调控，克服市场机制在配置资源和保护环境领域的“失效”现象，以促进经济体制和经济增长方式的根本转变。此外，要促进形成有利于节约资源、降低消耗、增加效益、改善环境的企业经营机制，有利于自主创新的技术进步机制，有利于市场公平竞争和资源优化配置的经济运行机制，从而推动我国经济和社会向可持续发展模式转变。

《中国21世纪议程》强调了科技对人口、经济、社会、资源和环境各领域的积极作用。科技进步不仅体现在对生产力发展的推动上，而且包括对生产关系的变革。各地区、各部门要加速科技成果转化，大力发展清洁生产技术、清洁能源技术、资源和能源有效利用技术以及资源合理开发和环境保护技术等。加强重大工程区域、行业的软件科学研究，为国家、部门、地区的经济、社会管理决策

提供科技支撑。

在社会和经济发展中，要坚持资源开发与节约并举。在生产、建设、流通、消费等各个领域，都必须节水、节材、节地、节能、节粮，千方百计减少资源的占用与消耗，大幅度提高资源、能源和原材料的利用率，努力减少直至消除生产过程中的污染。各行各业都要根据可持续发展的要求，在“九五”计划和2010年远景目标的框架下，制定具体的分阶段实施的节约资源的行动计划和措施，并在实际工作中切实执行。

发展农业是我国经济可持续发展的首要任务，各级政府要把贯彻实施可持续发展战略作为转变农业增长方式的重要措施。结合农业、林业、水利基础设施、“高产、高效、低耗、优质”工程和生态农业推广，调整农业结构，优化资源和生产要素结合，加大科技兴农的力度，保护农业生态环境，促进自然资源持续利用，提高农业综合生产力，扎扎实实地将农业的发展引向可持续发展的轨道。

第三，构筑可持续发展的法律框架。实施可持续发展的战略，一方面需要政策作引导，另一方面也需要法律作保障。因此，在建立社会主义市场经济法律体系框架的同时，也需要构筑可持续发展的法律框架。

可持续发展立法，应包括三个层次：一是在经济立法中，必须始终贯彻可持续发展的原则，把环境与经济协调发展作为一个重要目标。在有关立法中，规定建立可持续发展影响评价制度，即政府在制定政策、规划过程中和工程立项时，必须对可持续发展的影响作出评估。在已经或将要制定的经济法律中，应当有环境与资源保护的内容，没有的在修订时应予补充。二是建立和完善环境与资源法律体系。现行的环境资源管理法律，有的已不再适应经济发展的需要，不符合市场经济和可持续发展的要求，必须加以修订和完善。同时，要着手研究制定一些尚处空白的环境与资源法律，做到环境与资源各个方面都能有法可依。在制定法律时，即要坚持高标

准、严要求，又要实事求是、考虑现实可能。既要考虑眼前需要，又要着眼于长远需要。三是加强与国际环境公约相配套的国内立法。目前，我国已加入27项国际环境公约，签约必须履约，必须承担相应的国际义务，因此，要加强国内配套立法，在气候变暖、臭氧层耗竭、生物多样性等全球环境问题诸方面，制定相应的法律法规，以履行已签署的《气候变化框架公约》、《生物多样性公约》、《蒙特利尔议定书》等国际环境公约。

第四，加强国际合作，推进《中国21世纪议程》的实施。《中国21世纪议程》的实施将主要依靠我国自身的努力，我们也有决心通过几代人的艰苦奋斗来完成这项宏伟事业。但是，面对世界经济一体化格局日益形成的现实，我国也应本着建立“新的全球伙伴关系”精神，积极寻求国际合作，巧借外力来加快《中国21世纪议程》的实施进程。当今世界，全球性环境与发展问题已将整个人类的命运连在一起。尽管世界经济贸易往来在分化、重组中不时出现摩擦，受政治动荡的影响而起伏波动，但环境领域的国际合作与交流却日益频繁，稳步发展，势头良好。这将为我国吸收国外先进的环保技术，引进资金和借鉴发达国家的管理经验，以推进《中国21世纪议程》的实施，提供有利的契机。我国应抓住这一机遇，积极开展环境领域中的国际合作与交流，发挥自己的优势，大力发展环保技术和环保产业，开拓环保市场，谋求适合我国国情的可持续发展模式，以抢占环保技术的制高点，尽快使我国的环保工业走向世界与国际接轨。从环境保护正在促进产业技术和工艺发生根本性变革这一点出发，国际环境合作极有可能为我国的可持续发展注入新的动力，成为我国实施可持续发展战略的突破口和转折点，在高起点实现跳跃式发展。

第十六章　全球性的环境保护

环境是当今国际社会普遍关注的重大问题。人类经过漫长的奋斗历程，特别是从产业革命以来，在改造自然和发展经济方面建树了辉煌的业绩。与此同时，由于工业化过程中的处置失当，尤其是不合理地开发利用自然资源，造成了全球性的环境污染和生态破坏，对人类的生存和发展构成了现实威胁。保护环境，实现可持续发展，已成为世界各国政府和人民的共同任务，拯救地球已成为建立世界新秩序的主旋律。

第一节　环境保护运动

以往社会发展只有人类目标，没有环境目标，常常以损害和牺牲环境的方式去实现人类的需要。这样就出现了环境问题，并产生了严重的社会后果。直到20世纪50—60年代，人们才开始对环境问题的危害及其后果有了较深刻的认识，环境问题成为社会关注的一个焦点，环境保护作为社会的重要目标提了出来，并掀起了声势日益浩大的群众性世界环境运动。

一、群众的觉醒

远在农业社会，人类就遇到了环境问题，没有引起人们的重视。19世纪末，针对工业化对自然环境的破坏和自然资源的滥用，恩格斯曾经提出过严重的警告，他提醒人们注意，这种工业文明大规模地破坏人与自然和平、平衡的行为，总有一天受到大自然的惩罚。但是，也同样没有引起人们足够的重视。

工业革命以后，生产力水平有了很大提高，加上人口因素的影

响，人类对环境的干扰和破坏越来越大。特别是第二次世界大战结束后，资本主义发达国家经济飞速发展，工业大规模扩张，对资源的开发和利用达到空前的规模和程度，在局部地区超过了环境承载力，直接导致了20世纪50—60年代频繁发生的“公害事件”。这些“公害事件”涉及面广，危害大，而且在西方国家普遍出现，从而引起人们的关注。西方国家的一些记者开始公开报道公害事件的真相；科学家也行动起来，研究公害事件形成的原因；著名社会人士纷纷写文章呼吁治理环境污染，唤起社会公众的觉醒。特别是1962年美国海洋生物学家莱切尔·卡逊的《寂静的春天》一书的出版，开始警醒了很多人对人类与自然共同生存问题的思考。西方发达国家有千百万人走上街头，游行、示威、抗议，要求企业和政府采取措施，加紧治理和控制环境污染。许多企业迫于人民群众的要求和舆论的压力，也被迫拨出专款，以采用减少环境污染的工艺技术和管理措施。为了争得民心，许多团体和政党把保护环境列为宗旨，作出保护环境的许诺，以争得选民的拥护。群众性环境运动的开展，迫使许多国家的政府出面解决环境问题，设立环境管理机构，实施控制环境的种种措施，制订保护环境的法律，直接干预环境治理。

二、全球性的环境保护活动

自20世纪50—60年代以来，世界各国在环境污染防治和自然生态保护方面，进行了不懈的努力，取得了显著的成绩。

60年代以前的环境保护工作是以工艺治理为主，治理已经形成了的污染，是针对局部、单项、紧急和污染现象，基本上是被动治理。

70年代以来，强调环境的整体性，实施经济区域整体规划，协调经济发展与环境保护的关系，使人们认识到了环境保护的全球性。1970年4月22日在美国举行的“地球日”游行活动，是历史上规模最大、影响最广大的一次环境保护方面的群众运动。大约有

3000万人走上街头，参加了这次规模空前的群众运动，他们高举受污染的地球模型、巨画、标语牌、高喊环境保护的口号，进行游行、演讲和宣传，以唤起人们对环境问题的注意。同年，联合国教科文组织决定设立《人与生物圈计划》，其目的是通过自然科学和社会科学的结合，组织理论家、应用技术人员、生产管理者和决策者研究生物圈，并预测人类活动引起的生物圈及其资源的变化及其这种变化对人类的影响，为合理利用和保护生物圈资源，改善人类同环境的关系提供科学依据。

1972年6月5日，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了由113个国家，1300名代表出席的第一次世界人类环境会议。会议发出了反映时代危机感的呼声："人类只有一个地球"。并通过了著名的《人类环境宣告》，开创了人类认识环境、保护环境的新纪元。同年举行的第27届联合国大会确定：设立联合国环境规划署，每年6月5日为"世界环境日"，注意全球状况和人类活动对环境的影响。

自斯德哥尔摩会议和第27届联合国大会之后，联合国设立了4个相互关联的机构，有环境规划理事会、环境基金会、环境协调委员会和环境规划署，来协调各国环境保护工作。

1992年6月，联合国在巴西里约热内卢召开了环境与发展大会，被称为"地球首脑会议"，规模空前，是1972年召开人类环境会议之后讨论环境与发展问题的最高级别的一次国际会议，183个国家的代表和联合国及其下属机构等70个国际组织的代表出席会议，102位国家元首或政府首脑参加会议。中国也派出了由总理率领的代表团出席。这次会议通过签署了5个文件：《里约环境与发展宣言》、《21世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》、《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》。会议文件和公约有利于保护全球生态环境和生物资源，会议明确提出，保护地球是所有国家的共同任务，但是要求发达国家承担更多的义务，同时也照顾到发展中国家的特殊情况和利益。到会人士在讲话、发言和文章中高举环境保

护旗帜，要求采取有效措施来解决日趋严重的全球环境问题。环境保护和经济发展相协调，走可持续发展的道路，成为与会各国的共识和会议的基调。

三、我国的行动

建国以来，中国共产党领导人民群众为发展经济，改善环境进行了不懈的努力，取得了很大的成就。70年代，周恩来总理明确指出了搞好工业建设的同时抓紧解决工业污染，“决不做贻害子孙的事”，并亲自主持制定了我国环境保护的32字方针，即“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”。1973年8月，国务院召开了第一次全国环境保护大会。1974年成立了国务院环境保护领导小组，负责领导全国环境保护工作，并在国家建委内设国务院环境保护领导小组办公室，成为我国最早的全国环境保护领导机构。1982年，国务院建立城乡建设环境保护部，下设环境保护局。国家环境保护机构建立后，积极组织污染治理和自然保护，积极推动我国环境保护科研、监测、教育、科普宣传、法制建设和执行，为推动我国环境保护工作的发展起了重要作用。

十一届三中全会以后，保护环境成为一项基本国策。在80年代，制定和实施了一系列保护环境的方针、政策、法律和措施。

90年代，在国际社会与世界各国探索环境与发展问题的道路时，我国赞同把可持续发展作为未来共同发展战略。1992年我国政府提出了环境与发展应采取的十大对策。1994年3月，国务院第16次常委会议，讨论通过了《中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境与发展白皮书》，结合我国国情，集中表述当代我国的可持续发展战略。1996年3月，第八届全国人民代表大会第四次会议审议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，把实施可持续发展作为现代化建设的一项战略。1997年5月，党的十五大又进一步强调指出，中国在全面推进

现代化建设的过程中，把环境保护作为一项基本国策，把实现可持续发展作为一个重大战略。我国实施可持续发展战略，肯定会对保护全球的生态环境，促进全人类的共同繁荣，起到巨大的促进作用。

第二节　环境外交

环境保护和发展经济，关系到人类的前途和命运，影响着世界上每一个国家、每一个民族、以至每一个人。解决世界环境与发展问题，没有国际社会的共同努力是不可能的。在当今社会，没有一个国家是置身于国际大家庭之外的。任何一个国家都必然要与其他国家保持联系，只有在互利合作的基础上，才能保护好环境和谋求共同发展。因此，环境外交是当代国际关系中的一个新课题。

一、环境外交的重要性

自70年代以来，世界性的环境治理和保护工作，已有了巨大的变化，但当今环境恶化的趋势并没有从根本上得到扭转，究其原因是诸多的：许多全球性环境问题的形成，是近百年来工业发达国家大量排放有害污染物的结果；随着全球经济的不断发展，发展中国家也逐渐成为一个新的污染源，加重了全球环境污染等。但是，最根本的原因是国际间政治上的不平等和经济的不平等造成的。因此，必须开展环境外交，以协调好国际间的关系，共同治理环境，保护地球。

全球性的环境问题需要依靠科学技术力量去解决，但仅依靠科学技术的力量是不可能完全解决的，还必须采取法律手段和经济手段去解决，而这不仅是某一个国家的事，需要国际间共同实施这种手段。例如，氟化氯气体和二氧化碳对地球环境的污染和破坏问题，应该有所有有关国家动用法律采取限制措施，并要寻求在国际范围内以条约形式解决。再如，跨国企业的公害输出问题，虽直接

属于跨国企业的所在国的国内问题，但在投资企业国方面从保护环境的角度也应采取国内限制措施，面这就涉及国际问题了。因此，解决全球性的环境问题，必须要靠环境外交。

建立有利于环境保护和可持续发展的公正的国际环境，必须明确各个国家应尽的责任和义务。发达国家过去是，现在仍然是世界资源的主要消耗者和污染物的主要排放者，他们理应在解决全球环境问题方面承担更多的责任和义务。发达国家应为发展中国家提供新的额外资金，并以优惠条件转让保护环境的技术，以帮助发展中国家改善自身环境和参与保护全球环境，这样做不仅对发展中国家有利，对发达国家来说也是符合其自身利益的明智之举。因此，使各个国家尽到责任和义务，必须依靠环境外交。

总之，环境外交是解决全球环境与发展问题的一个重要途径。

二、环境外交的主要内容

人类在解决环境问题上任重道远，困难很多，但只要世界各国本着同舟共济的精神，务实合作，积极行动，就一定能在发展经济的同时保护好地球环境，使地球成为人类安居乐业的美好家园。因此，当代环境外交的主要内容有：

首先，通过多种外交途径，促使全球对环境的治理要有紧迫感。也就是说，使世界各国认识到环境问题是不分国界，不分社会制度的，要共同关心，相互配合，通过国际间的合作，治理好环境，应付可能出现的共同灾难。

全球环境问题，已经成为超越国界，急需调整国家间复杂曲折利益对立关系的问题，而世界各国相互之间的广泛和坦诚的协调合作，是解决问题的前提和基础。当今世界各国，不分贫富大小，都应该共同行动，为人口和环境进入良性循环而不懈努力。

第二，国际间广泛深入的接触，充分宣传全球环境的现状、影响、前景及对策，唤起全民的觉醒，提倡公众积极参与全球性的环境保护活动。

第三，通过外交联系，建立各种世界性的环境保护组织，召开各种环境保护会议，将全球环境问题对策付诸实施。自1973年1月联合国环境规划署成立后，已经负责组织和协调联合国系统内的环境保护运动。随后，各国政府纷纷设立环境保护部或环境保护局，承担有关环境保护任务。现在，各种环境保护协会之类的组织已遍布全球，开展环境运动，发动公众保护环境，恢复生态平衡。

从1972年第一次联合国人类环境会议通过《人类环境宣言》和《人类环境行动计划》以来，各种环境保护会议连绵不断。如各种会议通过了《保护地球大气的海牙宣言》、《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》、《濒危物种国际贸易公约》、《关于耗损臭氧层的物质的蒙特利尔议定书》、《有关服务贸易与环境的决议》、《关于贸易与环境的协议》等。这些国际条约和与贸易有关的环境保护条款、协议为解决环境问题起了很大的作用。

与此同时，环境保护与国际政治活动逐渐联系在一起，许多国家的政府首脑也纷纷登上环境保护舞台，呼吁保护环境和改善生态，并将环境保护作为90年代最为艰巨的任务来抓。近几年，环境保护问题也被列为国际间政府首脑会议的议程。

第四，促进国际间环境问题的立法工作。环境外交的重要使命之一，是促进国际间制定出具有普遍约束力的，为各国所接受的国际公约。这种公约不仅要有科学性，而且要与有关的国际法和各个国家国内的法律不矛盾，所以制定起来要花大功夫，甚至是很费周折的。如何努力将签署各类环境保护公约和协议付诸实施，就必须通过外交途径。

建立全球性环境保护的仲裁机构，作为解决国际环境问题与矛盾的权威部门是时代的要求。这个机构类似于国际法庭的性质，有自己独立的规章、原则和标准，对各成员国的环境问题提出咨询、进行调查或发出预警，协调各成员国在环境问题上的步调和相互关系，处理各种围绕环境的国际争端，并有权力针对成员国的环境问

题与治理状况采取必要的奖惩措施。这也是环境外交的内容之一。

第五，开展环境问题上的南北对话和东西协商制度。我们共享同一个地球，大气层、地球表层、山脉、河流、海洋等都在空间上相连，因而环境污染是不可能有国界限制的。这样，国家与国家之间因为环境问题会引起错综复杂的利益冲突，有时甚至形成尖锐的国际纠纷。所以，必须加强地区性合作，为保护共同的生存环境采取联合行动。

随着生态环境问题的日趋严重，南北方在90年代对可持续发展达成共识，在环境和发展的国际合作中求同存异，互相妥协让步。发达国家终于承认自己在地球生态环境方面应承担更大的责任；发展中国家在坚持环境主权的同时，着手调整国内政策，以跟上国际环保主流趋势。不发达国家在改善环境时遭遇到资金、技术、设备、人才等方面的障碍时，发达国家基于历史和未来考虑的基础上应给予大力帮助。目前，发达国家在资金和技术转让方面的承诺很大程度上停留在纸上。以环境为借口实行隐蔽的保护主义的倾向有增无减。因此，合作并不是口头的合作，要落实于行动。国际机构有必要核实各国承诺的环境保护措施。只有这样，才能确保国际环境保护事业的持续合作。环境问题关系人类的未来的命运，唯有合作才能拯救人类。

第三节　环境法制建设

解决环境问题，要通过教育启发人们的自觉性，依靠科学技术力量，或者采取经济手段予以制约，同时也需要法律作保障。为此，必须要加强环境法制建设，采取法律手段强制执行，以维护人类的共同利益。

一、世界环境立法新趋势

人类以立法手段来防治环境污染和保护环境，是在20世纪中叶

开始的。在1972年斯德哥尔摩人类环境会议以前，环境法规主要针对自然资源的分配和利用。对重大环境退化事件有少量被动性立法，对于防治污染缺乏主动性，控制力较差。在1972年之后，随着人类环境意识的增强，环境立法转向以防治污染、保护环境和资源为目标，主动性和控制能力大为增强。为克服以往环境立法中的弱点，当今世界环境立法呈现出新趋势。

首先，环境立法的系统性大大增强。环境立法在保护环境的各个层面上都得到发展，最高一级的层面上，各个国家相继将保护环境、防治污染、保护资源纳入宪法之中。在宪法之下，按次序有：环境保护基本法，各种环境保护单行法，环境保护行政法规和各种环境标准，等等。各个层面相互联系、协同控制，使环境立法在整体上系统性大为增强。这样，所解决的环境问题既广又深了。

第二，环境立法走向规范化。70年代以来，随着人类环境保护意识的觉醒，特别是1992年联合国环境与发展大会通过《21世纪议程》，可持续发展得到人类的共识，并将立法作为重要内容来论述。体现了当代人类对环境与发层密切关系的认识发生了质的飞跃，对环境保护起到了巨大的推动作用，使环境立法走上了新阶段。如今，环境立法正走向规范化，成为可持续发展战略付诸实现的重要保障。

第三，环境立法逐渐倾向于运用经济手段去保护环境。在世界经济大循环过程中，经济活动是人类的主要活动之一，随着人类经济活动不断展开，经济手段的约束和激励也加强了，环境立法逐渐倾向于运用经济手段强制或刺激人们去保护环境。为此，环境法规中采取了征收排污费、环境税、土地税、资源保护税，以至出现排污权的交易等措施。

第四，环境立法走向国际化。目前，环境问题日趋全球化，解决环境问题仅靠某个国家和地区已无济于事，需要世界各国协调配合，环境立法也就走向了国际化，国际社会要共同签署国际公约、

条约、议定书等法律文件，以解决环境问题。

二、我国的环境法体系

随着环境保护事业的发展，我国的环境立法大大加强，逐步建立了我国的环境保护法体系。

在50—60年代，我国工业污染尚不十分突出。当时环境保护工作主要放在农业环境和自然资源的保护以及居民点的环境卫生方面，国家在森林、土地、水源、水土的保持，矿产、野生动植物等的保护和利用方面做了不少工作，并颁布过一些法规。70年代，随着我国工业发展，环境污染和生态破坏日趋严重，在1973年召开了第一次全国环境保护会议，制定了《关于保护和改善环境的若干规定（试行草案）》。这是我国第一部综合性环境保护法规，该法就我国重要环境问题和对策，如全面规划、工业的合理布局、改善老城市的环境、土壤和植物的保护、水系和海域的管理、植树造林、环境监测、环境科学研究和宣传教育、环境保护投资和设备等，做出了较全面的规定。

党的十一届三中全会以后，我国进入了“四化”建设的新的历史时期，环境保护及其立法工作得到了蓬勃发展。1979年《中华人民共和国环境保护法（试行）》的颁布，标志着我国环境法制建设进入了一个新阶段。目前已经形成了以《中华人民共和国宪法》为基础，以《中华人民共和国环境保护法》为主体的环境法律体系。

近年来，我国还陆续颁布了许多重要的与环境保护有关的单行法规。如《森林法》、《海洋环境保护法》、《水污染防治法》、《大气污染防治法》、《固体废物污染环境防治法》、《草原法》、《渔业法》、《矿产资源法》、《土地管理法》、《水法》、《野生动物保护法》、《水土保持法》、《农业法》等。同时，我国政府还制定了《噪声污染防治条例》、《自然保护区条例》、《放射性同位素与射线装置放射防护条例》、《化学危险品安全管理条例》、《淮河流域水污染防治暂行条例》、《海洋石油勘探开发环境保护管理条例》、《陆生野生动物保护

实施条例》、《风景名胜区管理暂行条例》、《基本农田保护条例》、《城市绿化条例》等。此外，各有关部门还发布了大量的环境保护行政规章。地方人民代表大会和地方人民政府为实施国家环境保护法律，结合本地区的具体情况，制定和颁布了600多项环境保护地方性法规。

与此同时，我国还颁布了一系列环境标准，主要有：《生活饮用水卫生标准》、《渔业水质标准》、《农田灌溉水质标准》、《工业企业噪声卫生标准》、《大气环境质量标准》、《海水水质标准》、《城市区域环境噪声标准》、《工业“三废”排放试行标准》、《放射防护规定》、《农药安全使用标准》、《造纸工业水污染物排放标准》等。目前，我国已经颁布了300多项各类国家环境标准。我国法律规定，环境质量标准和污染物排放标准属于强制性标准，违反强制性环境标准，必须承担相应的法律责任。

总之，我国的环境立法工作正在不断地发展。但我国的环境法制建设还需要进一步完善，继续加强环境法制建设仍是一项重要的战略任务。

三、我国的环境管理体制建设

我国在重视环境法制建设的同时，也十分重视环境管理体制建设，已经建立起全国人民代表大会立法监督、各级政府负责实施，环境保护行政主管部门统一监督管理，各有关部门依照法律规定实施监督管理的体制。

全国人民代表大会设有环境与资源保护委员会，负责组织起草和审议环境与资源保护方面的法律草案并提出报告，监督环境与资源保护方面法律的执行，提出有关的议案，开展与各国议会之间在环境与资源保护领域的交往。

国务院环境保护委员会是国务院环境保护工作的议事和协调机构。主要任务是：研究和审议国家环境保护与经济协调发展的方针、政策和措施；指导并协调解决有关的重大环境问题；监督和检

查各地区、各部门贯彻执行环境保护法律法规的情况，推动和促进全国环境保护事业。

国家环境保护局是国务院环境保护行政主管部门，对全国环境保护工作实施统一监督管理。

省、市人民代表大会设立了环境与资源保护机构。省、市、县人民政府设立了环境保护委员会，并设立了环境保护主管部门。各级政府的综合部门、资源管理部门和工业部门也设立了环境保护机构。多数大中型企业也设有环境保护机构。这些机构对本地区、本部门、本企业的环境保护工作实施统一监督管理。

第四节　环境教育

环境教育是现代教育事业不可缺少的组成部分，是一项跨世纪的教育系统工程。借助于教育手段，能够普及环境科学知识，使人们认识环境和环境问题，并掌握人类与环境的辩证关系，获得治理环境污染和防止环境问题产生的知识和技能，从而提高全社会的环境意识，达到共同保护环境的目标。

一、环境教育的兴起

环境教育最早始于美国，1970年美国颁布了《环境教育法》。此后，在国际范围内环境教育蓬勃兴起，人们称之为“绿色教育”。1975年联合国教科文组织和联合国环境规划署制定并实施国际环境教育计划。1975年和1977年，联合国先后召开了关于发展环境教育的贝尔格莱德会议和第比利斯会议，规定了环境教育的对象和任务。并明确指出：通过环境教育培养具有技能和各种知识的一代新人；环境教育应该是世界各国每个公民的一项权利；环境教育是全民教育和终身教育。1987年，联合国在巴黎召开了环境教育协会，这次会议进一步强调指出：要找到进一步防止环境恶化和促进持续发展的综合性战略，必须大力开展环境教育，特别是强化对年

轻一代的教育，增强公众的环境意识。会议还呼吁各国政府高度重视环境教育和培训。1992年6月，联合国环境与发展大会通过的《21世纪议程》提出："教育对于促进持续发展的公众有效参与和决策是至关重要的。""建议强调将教育重新定向，以适应持续发展，增加公众意识并推广培训。""目前对人类活动和环境的内在联系的意识仍然相当缺乏。提议开展一个全球教育活动，以加强环境保护的和支持持续发展的态度，价值观念和行动。""鼓励大学设立对环境有影响的跨学科课程。"

70年代环境教育开展以来，不少国家已经形成了包括正规教育、社会教育、继续教育三个层次的环境教育体系。尤其是1992年世界环境与发展大会之后，国际环境教育的重点开始由专业性环境教育转向普及性环境教育。环境教育在普及环境知识，增强生态意识、促进环境道德修养、解决环境问题等方面起到了重要作用。同时为现行教育增添了新的内容。

二、环境教育的形式和途径

环境教育的形式和途径是多种多样的，归纳起来主要有以下几种。

首先，群众性的环境教育普及。世界各国通过报纸、杂志、电视、广播、电影、自然博物馆等多种宣传途径，宣传生态环境知识和有关方针、政策以及环境保护法的基本常识，使广大民众受到经常性的形象的直观教育，并提高全民的环境保护意识。同时，通过环境教育，引导社会各界广泛、积极地参与。

第二，开展多种形式的宣传活动。1972年6月在斯德哥尔摩召开的第一次人类环境会议上提出了反映时代危机的呼声："人类只有一个地球"。要求全人类行动起来，共同保护好自己赖以生存的地球环境。并通过了著名的《人类环境宣言》和制定了《人类生物圈计划》，发动世界各国政府和科学家开展全球性的环境科学研究。这次会议开创了人类认识环境、保护环境的新纪元。同年举行

的第27届联合国大会确定：每年6月5日为“世界环境日”。每年世界各国政府都要在这一天开展多种形式的宣传活动，以强调保护和改善人类环境的重要性。同时，每逢“世界地球日”、“世界人口日”、“世界卫生日”、“植树节”和“爱鸟周活动”，世界各国举行各种环境保护活动，以提醒人们注意环境状况和人类活动对环境的影响。

第三，国民教育和专门人才的培养。目前，很多国家认为，环境教育应该从小抓起，从青少年时代抓起。为此，已在中小学课程中增加了环境保护知识的有关内容，在许多大学也开设了环境保护系和专业课程。在小学主要采取的形式是让学生直接接触自然环境和社会环境，使他们对环境有个初步了解，教育他们保护好地球的一草一木。在中学主要通过设置的地理、生物、常识课程和环境教育结合起来，对环境作较深人的科学介绍，并适当加入有关社会、政治、经济有关方面的内容，使学生对环境保护有较全面的理解，具有初步的分析和评价能力，使他们能自觉地控制自己的行为合乎环境保护的准则。在大学主要目的是加深学生的环境和环境保护的知识外，应侧重于对有关专门人才的培养。

三、我国的环境教育

在我国，搞好环境宣传教育，增强民族环境意识，已成为一项战略任务。普及环境保护知识，逐步形成了良好的环境道德风尚。

70年代，我国翻译和编写了一批环境保护科普读物，广泛介绍环境保护知识，起到了很好的启蒙作用。80年代以来，环境宣传日益走向社会，群众性越来越强，参与的新闻媒介越来越多，宣传形式活泼多样，社会影响逐步扩大。各地、各部门坚持经常性的环境宣传，每年的“世界环境日”，“地球日”和“土地日”更把宣传活动推向高潮。配合全国环保执法检查开展的“中华环保世纪行”活动，引起了全社会的热烈反响，促进了一批“老大难”问题的解决。有关部门共同开展的“爱我山河、爱护名胜古迹”、“清理铁路

沿线垃圾污染”等环境宣传和群众参与活动，促进了全民的环境意识的提高。近年来，环境保护部门、教育部门、文化部门、新闻单位、妇女组织、青年组织、科学协会、学会等都组织开展了各具特色的环境宣传教育活动。

1983年，我国创办了全球第一家国家级环境保护专业报——《中国环境报》，年发行量约30多万份。1980年成立了中国环境科学出版社，至今已出版各类环境图书约900种，500多万册。1990年《中国环境年鉴》出版，并从1994年开始出版英文版。我国还有30多家地方环境报和数百种环境专业期刊。这些，报刊、杂志和书籍的发表与出版，对开展环境保护知识和环境法制教育起到了巨大的作用。

我国环境教育开展近30年来，已经形成了较为完整的环境教育系统，包括基础教育、专业教育、成人教育和社会教育。

环境基础教育培养和提高了青少年及儿童的环境意识。近年来各地开展了幼儿园的环境教育，把环境保护纳入了9年制义务教育之中，培养青少年及儿童从小热爱大自然的优良品质和保护环境的责任感。

环境专业教育为环境保护事业输送了大批科技与管理人才。据资料统计，我国已有北京大学、清华大学、中国人民大学、南京大学、同济大学、武汉大学等140所高等院校设置了环境类系和专业，本科专业点有206个。国务院学位委员会批准环境类51个专业、223个硕士学位授予单位，39个专业、博士学位授予单位和若干个博士后流动站。40多个中等专业学校和上百所职业高中也开设了环保专业。近30年来，我国的环境专业教育培养的大批专业人才，已成为环境保护领域中的一支有生力量。

环境在职教育提高了环境管理人员的素质。1981年，我国成立了中国环境干部学校，对全国环保系统的管理人员进行岗位培训，继续教育和学历教育，使管理人员的素质得到了很大提高。此外，

各地区、各有关部门也从工作需要出发，举办了各种类型的环境保护培训班、研讨班，据统计，近10多年共举办了上万次各类培训班，培训人员达40多万人次。

各级党校和行政院校干部培训增添了环保内容，向领导干部宣传环境保护和环境法的基本知识，宣传党和国家环境保护的基本方针、政策，大大增加了他们的环境意识，对环保事业有很大影响。此外，对司法干部开展了环境保护专业培训，对企业厂长经理的环境保护培训工作也得到加强。通过培训，使司法和企业部门的一批决策者和管理者的环保基本国策意识、可持续发展思想和环境法制观念有所增强。

主要参考文献

1. 曲格平著:《困境与选择——中国环境与发展战略研究》,云南科技出版社1994年版。

2. 王翊亭　井文涌　何强编:《环境学导论》,清华大学出版社1985年版。

3. 中国生态学会主编:《生态学与社会经济发展》,湖南科学技术出版社1989年版。

4. 苏多杰著:《世纪之交的抉择——科教兴国与可持续发展》,青海人民出版社1999年版。

5. 陈耀邦主编:《可持续发展战略读本》,中国计划出版社1996年版。

6. 陶承德主编:《可持续发展论》,九洲图书出版社1998年版。

7. 余文涛　袁清林　毛文永编:《中国的环境保护》,科学出版社1987年版。

8. 中华人民共和国国务院新闻办公室:《中国的环境保护》1996年6月北京,见《人民日报》1996年6月5日。

9. 解振华:《坚定信心　开拓进取　为实现"九五"环境保护目标而奋斗——在第四次全国环境保护会议上的报告》,《中国环境报》1996年7月27日。

10. 吴义生主编:《环境科学概论》,中央党校函授学院1997年版(内部教材)。

11.《江河源生态对策访谈录》,见《青海日报》1999年4月12日。

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝环境科学概论１
作者＝
页数＝２３８
ＳＳ号＝０
出版日期＝
Ｖｓｓ号＝７６９８０２５０